

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**І.Г. Лисаченко**

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-  
ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ  
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

Навчально-методичний посібник

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 2 від 07.12.2011 р.

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2012

УДК 681.518.22:3

ББК 32.96

Л 88

Рецензенти: *В.В. Скородєлов*, канд. техн. наук, проф. НТУ «ХПІ»;  
*В.А. Реньов*, канд. техн. наук, проф. ХНУБА

Л 88 **Лисаченко І. Г.** Програмне забезпечення комп'ютерно-інтегрованих систем управління хіміко-технологічними процесами [Текст]: навч.-метод. посіб./ І.Г.Лисаченко. – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – 112 с.

ISBN 000-000-000-000-0

У посібнику розглянуто стислу характеристику та порядок застосування мікропроцесорних засобів автоматизації, використання *OPC*-технології та протоколів *Modbus* і *OBEX* для доступу до даних процесу, порядок застосування середовища *CoDeSys* для програмування ПЛК, програм для конфігурування пристроїв зв'язку з об'єктами, програм налаштування *OPC*-серверів, створення проектів у *SCADA*-системах *TraceMode* та *OPM*.

Призначено для студентів напряму підготовки 050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання.

Іл.. 80. Табл.. 15. Бібліогр.. 18 назв.

УДК 681.518.22:3

ISBN 000-000-000-000-0

© Лисаченко І. Г., 2012 р.

## ВСТУП

Даний посібник розроблено для проведення лабораторного практикуму зі студентами денної та заочної форм навчання за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» з дисципліни «Програмне забезпечення АСУ та КІС». Посібник вміщує необхідні матеріали для розроблення макетів автоматизованих робочих місць (АРМ) операторів розподілених систем управління (РСУ) технологічним процесом. Макет АРМ – це персональний комп'ютер (ПК) з установленим спеціальним програмним забезпеченням (СПЗ) та підключеними засобами для зв'язку з іншими пристроями або модулями віддаленого доступу до параметрів об'єкта управління. Як об'єкт управління пропонується імітатор нагрівача та охолоджувача («теплообмінник»). Регульованим параметром у системі є температура всередині теплообмінника, яка вимірюється за допомогою або термометра опору, або термоелектричного перетворювача – термопар. В лабораторних роботах реалізований ПІД- або двохпозиційний закон регулювання технологічним параметром, який здійснюють програмовані логічні контролери (ПЛК) або технологічні регулятори мікропроцесорні (ТРМ). Також вивчається метод аналогового управління дискретним виходом, так зване ШІМ-регулювання. В кожній роботі наведені відомості про структуру РСУ та необхідне програмне забезпечення, яке потрібно використати для налаштування пристроїв. При цьому як виконавчі механізми використовуються дрововий керамічний резистор для нагрівання та вентилятор – для охолодження. Для імітування РСУ використані пристрої зв'язку з об'єктом (ПЗО), наприклад модулі вводу/виводу аналогових або дискретних сигналів та перетворювачі інтерфейсів. Метою кожної роботи є розроблення АРМ для доступу до даних модулів та ПЛК або для регу-

лювання технологічними параметрами. Для створення АРМ використовуються інтегроване середовище системи автоматизованого проектування *TraceMode*, яке використовують для розроблення, впровадження та експлуатації автоматизованих систем управління технологічними процесами. Це так звана *SCADA*-система (скорочено від англ. *Supervisory Control And Data Acquisition*) – система диспетчерського управління і збору даних. Дане спеціальне ПЗ є безкоштовним та не потребує ліцензування.

Обладнання всіх стендів для виконання лабораторних робіт вироблено компанією *OBEH* (Росія), яка надала його безкоштовно згідно з програмою підтримки вищих навчальних закладів. Також безкоштовним є СПЗ для конфігурування та налаштування пристроїв зв'язку з об'єктами та технологічних регуляторів серії *TPM* виробництва компанії *OBEH*. Для доступу до локальних приладів з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *OBEH* використана *SCADA*-система *OPM* з програмою перегляду архівів *ORV*, які розроблені компанією *OBEH*. При використанні в РСУ контролерів серії *ПЛК150* виробництва компанії *OBEH* використане середовище *CoDeSys V2*, яке теж є безкоштовним.

## **1. Налаштування OPC-клієнта *Matrikon OPC Explorer* для доступу до даних ПЛК *ОВЕН* за допомогою OPC-сервера *CoDeSys***

### **1.1. Мета роботи:**

- закріпити знання та навички роботи в середовищі *CoDeSys*;
- навчитися конфігурувати OPC-сервер *CoDeSys OPCConfig* для доступу до даних ПЛК *ОВЕН* із системою програмування *CoDeSys2.3*;
- вивчити порядок налаштування OPC-клієнта *Matrikon OPC Explorer* для доступу до даних ПЛК *ОВЕН* із застосуванням інтерфейсів *RS-232* та *Ethernet*.

### **1.2. Опис стенда**

Загальний вигляд стенда поданий на рис. 1.1. На цьому рисунку позначені: 1 – імітатор нагрівача, 2 – імітатор охолоджувача; 3 – клавіша включення ПО; 4 – імітатор аналогового сигналу; 5 – ПЛК; 6, 7 – імітатори дискретних сигналів; 8 – панель оператора; 9 – клавіша включення ПЛК; 10 – датчик температури. Нижче наданий опис елементів стенда:

1. Імітатор нагрівача – потужний дрововий опір у керамічному корпусі типу *ПЭВ-100* номіналом 750 Ом.

2. Імітатор охолоджувача – вентилятор обдування постійної напруги 12 В.

3. Клавіша вмикання живлення панелі оператора.

4. Імітатор аналогового сигналу – змінний опір номіналом 0...1 кОм.

5. Контролер *ОВЕН* моделі *ПЛК150-220.И-Л* з внутрішнім джерелом живлення є моноблоком, що об'єднує в собі контактні групи для підключення дискретних та аналогових сигналів вводу/виводу, а також інтерфейсами обміну: *RS-232* – для завантаження програм і обміну даними з ПК, *RS-485* – для мережного обміну з іншими пристроями і *Ethernet* – для завантаження програм та обміну даними з ПК.

6. Імітатор вхідних дискретних сигналів *ЭДИ-6* для ПЛК – шість перемикачів типу «сухий контакт».

7. Імітатор вхідних дискретних сигналів для панелі оператора – чотири перемикачі типу «сухий контакт».

8. Панель оператора *СМІ-1-220* для індикації даних з функціями редагування для РСУ в мережі *RS-485* та *RS-232* за протоколами *ModBus ASCII/RTU, OVEN*).

9. Клавiша вмикання живлення контролера.

10. Датчик температури – термоелектричний перетворювач (термопара). Тип та модель датчика вказані на бирці.

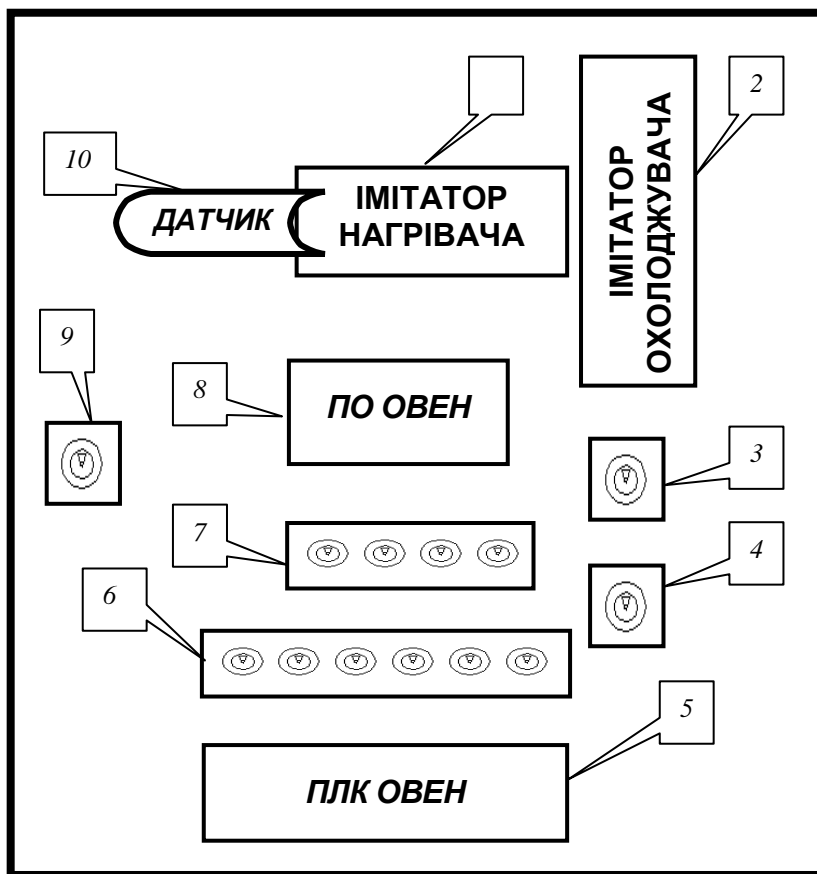


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд стенда

На рис. 1.2 подана принципова електрична схема станда, а в табл. 1.1 – специфікація станда. Структурна схема комунікаційних зв'язків станда зображена на рис. 1.3.

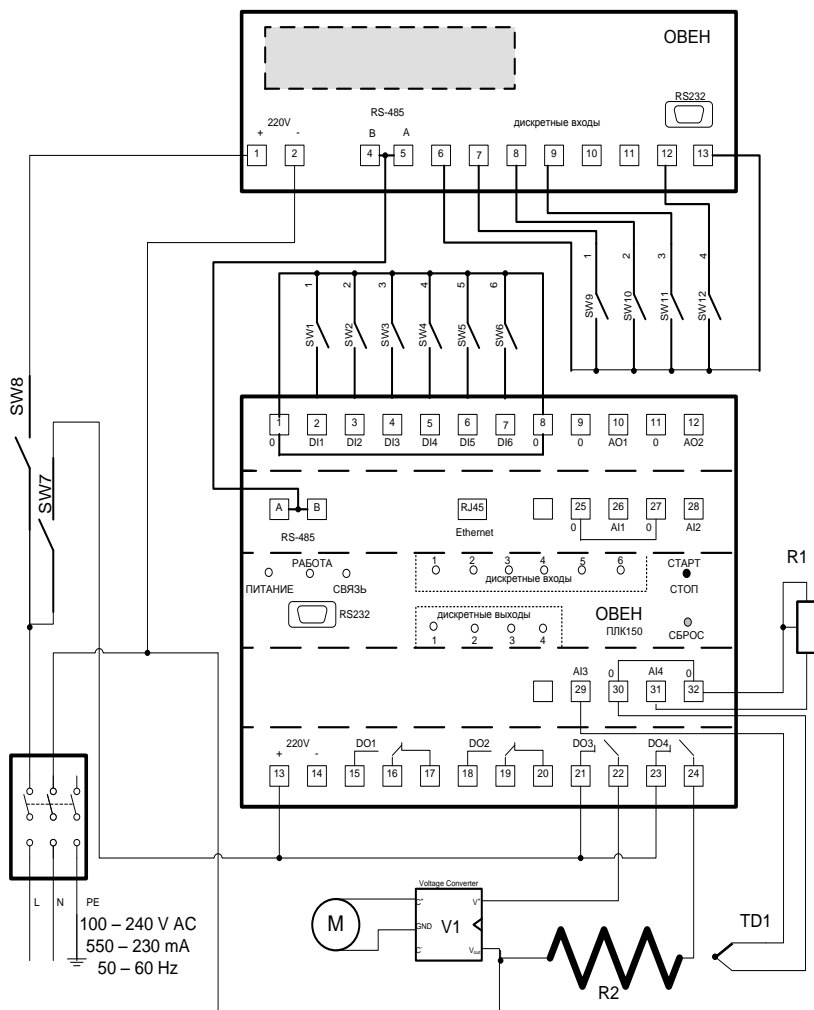


Рисунок 1.2 – Принципова схема станда

Принцип роботи стенда наступний. Клавiші *SW7*, *SW8* призначені для включення живлення ПЛК та ПО відповідно. За допомогою перемикачів *SW1...SW6* дискретні сигнали подаються на входи *D11...6* ПЛК, а за допомогою перемикачів *SW9...SW12* – на входи *Bx.1*, *Bx.2*, *Bx.3* та *Bx.6* панелі оператора. Вони можуть імітувати сигнали дискретних датчиків («ВМК.»/«ВИМК.»), керувати режимами роботи («Руч.»/«Автомат.») або технологічним процесом («Більше»/«Менше»). Імітатори нагрівача та охолоджувача підключені до дискретних виходів, причому нагрівач підключений безпосередньо до релейного виходу *DO4* ПЛК, а охолоджувач – через перетворювач напруги 220/9 В до виходу *DO3* ПЛК. Змінний опір підключений до аналогового входу *A14* ПЛК; термопара *ТХК1479* – до аналогового входу *A13* ПЛК.

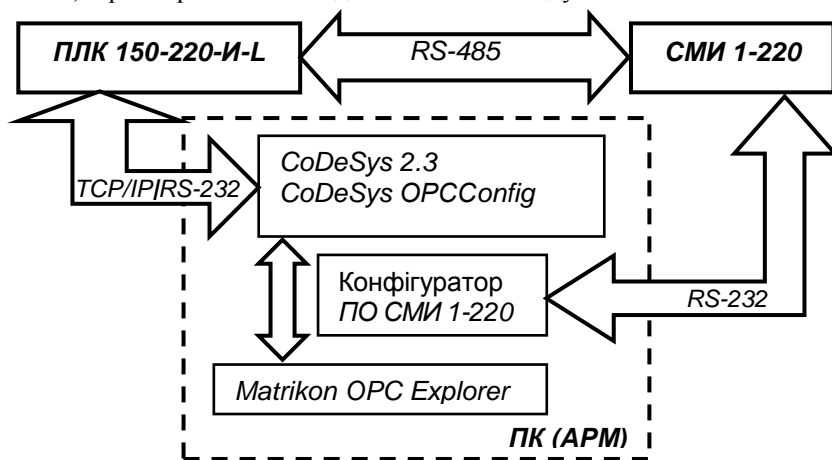


Рисунок 1.3 – Структурна схема стенда

Таблиця 1.1 – Специфікація елементів стенда

Перетворювач напруги <i>V1</i>	БП 220/9В пост.
Змінний опір <i>R1</i>	0...1 кОм
Нагрівальний резистор <i>R2</i>	ПЭВ-100, 750 Ом
Вентилятор обдування <i>M</i>	DC FAN 12V/0.1A
Датчик температури <i>TD1</i>	ТХК1479
Перемикачі <i>SW1...SW6, SW9...SW12</i>	MTS-1
Клавiші вмикання <i>SW7, SW8</i>	220В/5А



### 1.3. Порядок виконання роботи

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

- 1) Підготовка ПЛК *OBEH* до роботи у складі PCY.
- 2) Конфігурування OPC-сервера за допомогою програми *CoDeSysOPCConfig*.
- 3) Налаштування OPC-клієнта *MATRIKON OPC EXPLORER* для доступу до даних програми користувача у проєкті.

### 1.4. Хід виконання роботи

#### 1.4.1. Підготовка ПЛК до роботи у складі системи управління

В якості проєкту для завантаження до ПЛК пропонується лістинг програми користувача, який реалізує двохпозиційне регулювання процесом нагрівання та охолодження в моделі теплообмінника, що поданий нижче:

```
IF push THEN
    IF temperatura>ust1 THEN
        ten:=FALSE;
        vent:=TRUE;
        lamp:=TRUE;
    END_IF
    IF temperatura<ust2 THEN
        ten:=TRUE;
        vent:=FALSE;
        lamp:=FALSE;
    END_IF
END_IF
```

В даній програмі змінній *push* відповідає будь-який дискретний перемикач на емуляторі сигналу *ЕДН-6*, змінній *temperatura* – значення температури, яка виміряна термопарою *TXK-1479*, а із змінними *ten*, *vent*, *lamp* зв'язані дискретні виходи, до яких підключені вихідні елементи: нагрівач, охолоджувач та лампа сигналізації відповідно. Значення параметрів уставок *ust1* та *ust2* контролер отримує від OPC-клієнта.

Отже, створіть у середовищі *CoDeSys 2.3* проєкт з ім'ям *lr\_1\_name.pro* (де *name* – прізвище студента), визначте необхідний таргет-файл та мову програмування головного *POU – PLC\_PRG*. Цільовою платформою виберіть ПЛК моделі *OBEH150-I.L*, а мовою про-

грамування – *ST*. Далі проведіть додаткове налаштування вибраної цільової платформи. Для цього у вкладці *Ресурси* у вікні *Менеджера об'єктів* виберіть подвійним кліком миші утиліту *Настройка целевой платформы*. В екранній формі *Настройка* категорії *Общие* активуйте опцію *Загружать символьный файл*. Закрийте утиліту кліком миші по кнопці *ОК*. Далі, виберіть утиліту *Конфигурация ПЛК* та проведіть конфігурування ПЛК відповідно до схеми станда та згідно з описаними вище змінними. Після конфігурування ПЛК перейдіть у вікно для вводу програми. У вікні *POU PLC\_PRG* уведіть запропоновану програму, відкомпілюйте її, підключіться до ПЛК за допомогою програмного комунікаційного модуля *Gateway* та завантажте готовий проект до ПЛК. Для завантаження використовуйте інтерфейс *RS-232*. При необхідності зробіть налагодження готового проекту.

#### *1.4.2. Конфігурування OPC-сервера*

*OPC*-технологія (*OLE for Process Control* (де *OLE* – це *Object Linking and Embedding* – зв'язування та вбудовування об'єктів) для управління виробничими процесами) – це програмна технологія, яка надає стандартизований інтерфейс доступу до даних технологічних процесів.

Технологія *OPC* побудована на базі *COM/DCOM* (*Component Object Model* – модель складених об'єктів, яка базується на технології *OLE*; *Distributed Component Object Model* – розподілена модель *COM*) від компанії *Microsoft*. В основному *OPC* використовується для читання та запису даних ПЛК із різних програм (*OPC*-клієнтів), таких як програми людино-машинних інтерфейсів *HMI* (*Human-machine Interface*) та *SCADA*-системи (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Як правило, всі сучасні ПЛК та системи розподіленого вводу/виводу забезпечуються *OPC-сервером*.

*OPC-сервер* – це допоміжна програма, яка підтримує зв'язок з контролером по каналу зв'язку та надає доступ до даних контролера клієнтам через стандартний інтерфейс *OPC DA*. Сервер запускається автоматично після запуску клієнта.

1.4.2.1. Налаштування проекту в *CoDeSys* для забезпечення роботи *OPC*-сервера.

Отже, щоб здійснити обмін даними через *OPC*-сервер *CoDeSys*, необхідно сформувати символьний файл із змінними проекту для обміну даними. При цьому для зв'язку з контролерами *OPC*-сервер використовує шлюз *Gateway*, який також використовує середовище *CoDeSys*. Для роботи через *OPC* не потрібно будь-яких додаткових фізичних з'єднань. Достатньо будь-якого налаштованого інтерфейсу (*RS-232* або *TCP/IP*).

*Примітка.* Символьний файл (\*.sym – це текстовий або \*.sdb – бінарний типи файлів) містить описи так званих елементів даних (*items*). Кожен елемент відповідає тільки одній змінній у прикладній програмі. Він необхідний для зіставлення символьного імені змінної та її фізичного розташування в пам'яті ПЛК. Даний файл автоматично генерується системою програмування *CoDeSys* для завантаження в сервер шлюзу *Gateway* (символьний файл зберігається в директорії *Gateway Files* з шляхом доступу *C:\WINDOWS\Gateway Files\\*.\** ) та ПЛК одночасно із завантаженням коду проекту.

Проте, щоб символьний файл був автоматично згенерований, необхідно виконати ряд кроків у середовищі *CoDeSys* із завантаженням проектом.

*Крок 1:* У рядку основного меню *CoDeSys* виберіть елемент *Проект*, а в ньому підменю – *Опції* і далі категорію – *Символьная конфигурация*.

Для того щоб символьний файл генерувався автоматично, має бути активована опція *Создавать описания* у категорії *Символьная конфигурация*.

*Крок 2:* Конфігурування символьного файла.

Необхідно клікнути по кнопці *Настроить символьный файл....* В результаті відкриється вікно *Установка атрибутов объекта*, яке зображене на рис. 1.4. У ньому задаються атрибути об'єктів проекту.

У цьому вікні доступні наступні опції:

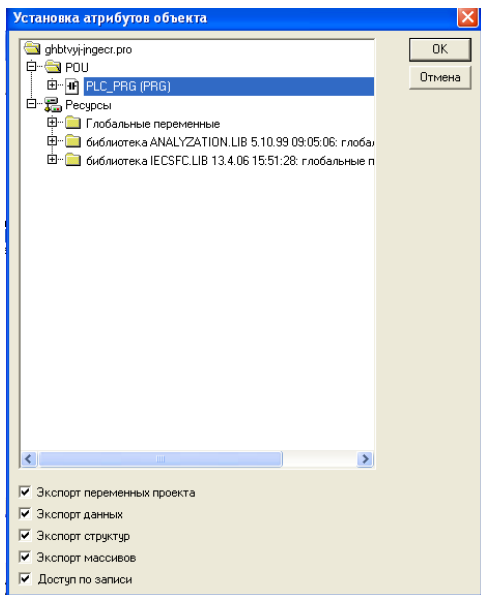


Рисунок 1.4 – Вікно налаштування символічного файлу

- *Экспорт переменных проекта*: змінні вибраного об'єкта передаються в символічний файл;

- *Экспорт данных*: генеруються описи для структур та масивів;

- *Экспорт структур*: для кожного елемента структури генерується свій опис;

- *Экспорт массивов*: для кожного елемента массиву генерується свій опис;

- *Доступ по записи*: змінна буде доступна по запису.

*Крок 3: Установлення*

комунікаційних параметрів проекту:

Параметри використаного комунікаційного каналу настроюються у вікні *Онлайн* за допомогою утиліти *Параметры связи....*. Ці параметри мають відповідати параметрам *OPC*-сервера. *OPC*-сервер автоматично запускається з останніми використаними параметрами (вони зберігаються в реєстрі). Їх можна перевірити або змінити з допомогою *OPCConfig.exe*.

*Примітка.* При конфігуруванні проекту мульти-ПЛК, якщо користувачеві необхідно здійснити доступ до змінних декілька контролерів через *OPC*-сервер, відповідні проекти мають бути завантажені в контролери через той же самий шлюз *Gateway*.

*Крок 4 (необов'язковий):* Запам'ятовування проекту. Параметри з'єднання зберігаються разом з проектом (після з'єднання параметри передаються серверу *Gateway*).

*Крок 5:* Створення символьного файлу та передавання його серверу *Gateway* за допомогою команди *Подключение>Загрузка* з меню *Онлайн*.

При компілюванні проекту генерується символьний файл та поміщається одночасно в директорію проекту *CoDeSys* та шлюзу *Gateway* з поточними установками.

*Увага.* Кількість символів не мусить перевищувати 15000, що відповідає файлу *\*.sym* розміром 1.5 Mb. Доступ до змінних через *прямі адреси* не підтримується.

#### 1.4.2.2. Налаштування конфігуратора OPC-сервера.

До складу компонентів OPC-сервера входять файли:

- *CoDeSysOPC.EXE* (OPC-сервер);
- *OPCCommonSetup.EXE* (інсталяційний пакетний файл).

Ці файли копіюються в директорію *C:\Program Files\3S Software\CoDeSysOPC\\*.\** під час повної інсталяції комплексу *CoDeSys* на ПК, хоча їх можна помістити в будь-яку директорію. Після запуску пакетного файлу в указану директорію копіюються файли, один з яких – *OPCConfig.exe* – є інструментом конфігурування OPC-сервера. Він використовується для установлення та перевірки параметрів з'єднання або налаштування сервера, які прописані в реєстрі.

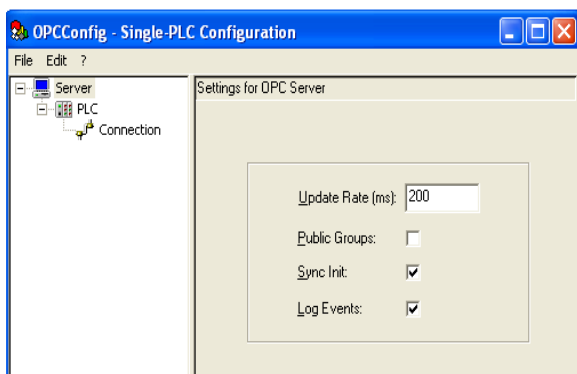


Рисунок 1.5 – Стартове вікно конфігуратора OPC-сервера

Отже, запус-  
тись файл  
*OPCConfig.exe*. У  
відкритому вікні,  
що показано на  
рис. 1.5, за умов-  
чанням буде заван-  
тажена остання  
конфігурація.

В рядку осно-  
вного меню про-  
грами з командами  
*File* та *Edit* пода-

ний стандартний набір команд для управління власне конфігураційним файлом, а також команди для редагування його налаштувань. У меню *Edit* завжди доступна команда *PLC Default Settings*, яка відкриває вікно налаштування ПЛК. Тут необхідно ввести параметри, які надалі використовуватимуться як параметри за умовчанням. За умовчанням задана конфігурація для одного ПЛК. У ній важливі наступні параметри. У лівій частині вікна відображається дерево конфігурації, яке містить об'єкти: *Server*, *PLC* та *Connection*. Для зміни параметрів потрібного об'єкта виберіть його кліком миші. Конфігурація та властивості вибраного об'єкта буде показана в правій частині вікна. Меню *Edit* не використовується при роботі з одним ПЛК (*Моно-ПЛК*).

Об'єкт *Server* має наступні параметри:

- *Update Rate (ms)*: за умовчанням: 200.

Період оновлення для *OPC*-серверів у мілісекундах. Є періодом, з яким дані зчитуються з контролера. Дані записуються в кеш, клієнти працюють лише з ним.

- *Public Groups*: за умовчанням: включено.

*OPC*-сервер використовує загальні групи для окремих *POU* та для глобальних змінних.

- *Sync Init*: за умовчанням: включено.

Синхронна ініціалізація: *OPC*-сервер активується тільки після повного завантаження всіх символічних файлів.

- – *Log Events*: за умовчанням: включено.

Похибки та дії, що виконуються *OPC*-сервером, занотовуються до *log*-файла. Він поміщається в директорію проекту під ім'ям *OPCServer.log*. Ви можете проглянути даний файл після закриття *OPC*-сервера. Повідомлення *OPC*-сесій додаються в поточний *log*-файл, доки він не досягне розміру *1 Mb*. Потім до імені цього файла додається поточна дата (наприклад *OPCServer12.12.2011.log*) та створюється новий *log*-файл.

Об'єкт *PLCx* має наступні параметри (рис. 1.6):

- *Project name*: Ім'я завантаженого проекту. При роботі з одним ПЛК це поле заповнювати необов'язково, за винятком випадку, коли

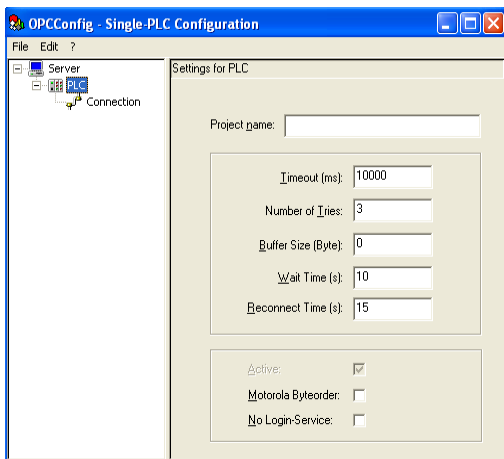


Рисунок 1.6 – Вікно з параметрами налаштування ПЛК

Якщо всі спроби завершені невдало, буде видано повідомлення про похибку з'єднання. (Ця функція доступна лише для драйверів, що підтримують передачу даних по блоках);

- *Buffer Size (Byte):* 0. Розмір комунікаційного буфера в ПЛК. Якщо введено «0», то сервер намагається запитати цей параметр у комунікаційного драйвера. Якщо його отримати не вдалося, то буфер вважається необмеженим;

- *Wait Time (s):* 10. Час у секундах, який OPC-сервер дає ПЛК на виконання ініціалізації (важливо при автоматичному запуску контролера);

- *Reconnect Time (s):* 15. Інтервал, з яким OPC-сервер повторює спроби відновити зв'язок з контролером;

- *Active:* активність контролера (доступно лише в режимі *Мульти-ПЛК*);

- *Motorola Byteorder:* контролер використовує порядок проходження байт згідно з чипом *Motorola* (зазвичай з процесорами 68K);

- *No Login Service:* ця опція потрібна для деяких цільових систем, які вимагають обов'язкового логін-сервіса.

ви хочете зробити доступною роботу клієнтів без підключеного контролера (*Offline Load*);

- *Timeout (ms):* 10000. Якщо OPC-сервер не отримає відповіді від ПЛК на свій запит, він буде закритий автоматично після закінчення цього часу;

- *Number of Tries:* 3. Кількість спроб драйвера *Gateway* передати блок даних у контролер.

Об'єкт *Connection* має наступні параметри (рис. 1.7):

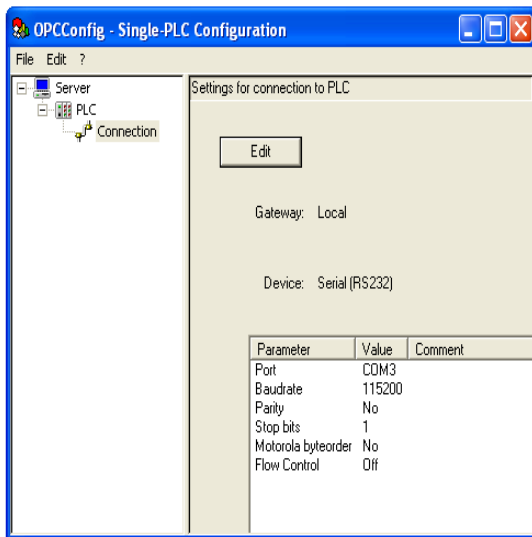


Рисунок 1.7 – Вікно налаштувань параметрів з'єднання з ПЛК

- для зв'язку по інтерфейсу *RS-232* вказується стандартний набір параметрів інтерфейсу та протоколу – номер *COM*-порта, швидкість потоку даних, тип перевірки на парність та кількість стоп-біт, а також порядок передачі даних і контроль обміну;


- для зв'язку по інтерфейсу *Ethernet* з протоколом *TCP/IP* вказується адреса при-

строю, віртуальний порт обміну, розмір блоків даних та порядок передачі даних.

Проведіть налаштування об'єктів *OPC*-сервера: *Server*, *PLC* та *Connection* відповідно до параметрів проекту програмного двохпозиційного регулятора, який створений у *CoDeSys*.

#### 1.4.2.3. Запуск *CoDeSysOPC.exe*.

*OPC*-сервер та *Gateway*-сервер автоматично запускаються операційною системою, як тільки клієнт встановлює з'єднання. Їх необов'язково запускати окремо. Клієнт буде автоматично сполучений з працюючим *OPC*-сервером, якщо той був заздалегідь запущений вручну. Як тільки клієнти розривають свої з'єднання з сервером, він автоматично зупиняється. Коли *OPC*-сервер працює, на

панелі завдань відображається ярлик  в активному стані.




З'єднання між OPC-сервером та клієнтом можна протестувати, навіть якщо немає підключених контролерів. Для цього OPC-сервер необхідно запустити командою: *CoDeSysOPC.exe /TestMode*. Після цього він працюватиме в тестовому режимі. Сервер автоматично створить набір тестових елементів, які будуть доступні клієнтам.

#### 1.4.3. Налаштування OPC-клієнта Matrikon OPC Explorer

Для обміну даними з ПЛК створіть та налаштуйте проект у середовищі *Matrikon OPC Explorer*. Порядок дій буде наступним.

1) Запустіть OPC-клієнт за допомогою подвійного кліка миші по

ярику на робочому столі , або використовуючи відповідну команду в меню *Пуск/ВсеПрограммы/...*, або запустивши файл *OPCExplorer.exe*, який знаходиться в директорії зі шляхом *C:\Program Files\Matrikon\OPC\Explorer\\*.\**. Після цього в меню *File* натисніть лівою кнопкою миші на команду *New Session*, надайте ім'я проекту (*lr\_1\_name.xml*) та запам'ятайте його. Початкове вікно клієнта буде наступним (рис. 1.8).

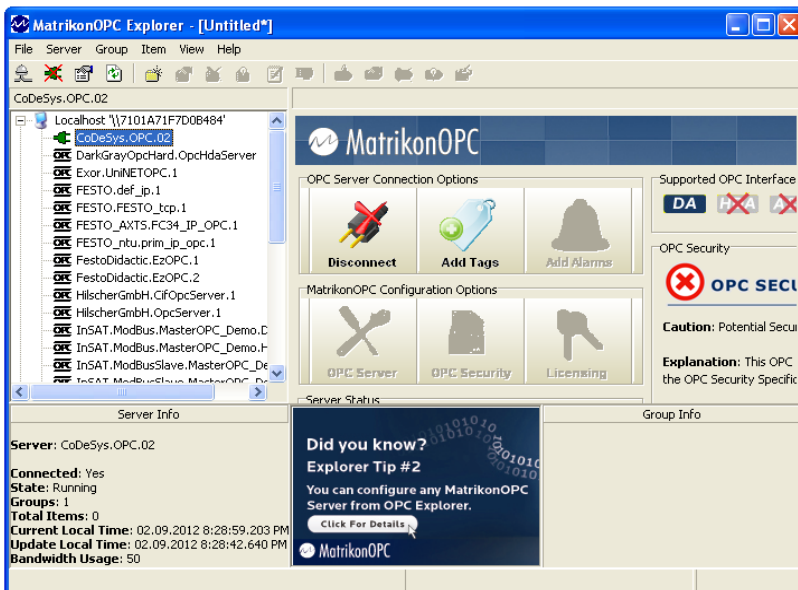


Рисунок 1.8 – Початкове вікно OPC-клієнта *Matrikon OPC Explorer*

2) В дереві доступних серверів, яке знаходиться зліва, виберіть потрібний сервер – це *CoDeSysOPC.exe*. Далі для підключення клієнта до сервера натисніть на кнопку *Connect*, яка знаходиться в правій частині вікна (див. рис. 1.8). В результаті з'єднання з сервером активується наступна кнопка – *Add Tags*, після натиснення на неї відкриється вікно (рис.1.9) для створення групи та додавання тегів вибраного сервера. В робочому полі внизу та зліва від цього вікна показані доступні *Items* вибраного сервера. Додати теги до групи можна за допомогою контекстного меню, яке активується правою кнопкою миші, але коли її покажчик знаходиться в полі доступних тегів.

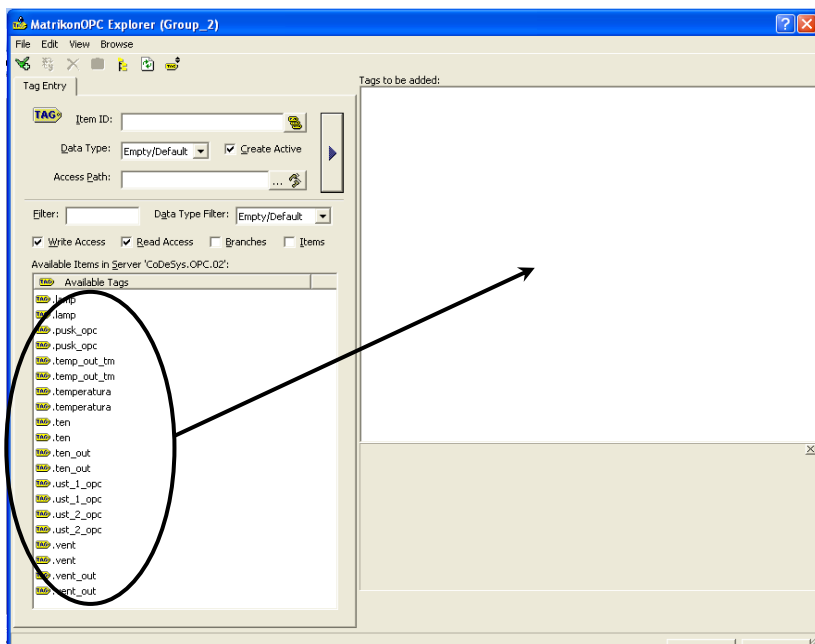


Рисунок 1.9 – Вікно для редагування групи тегів OPC-клієнта

В активованому контекстному меню можливі три варіанти дій: *Edit Item ID*, *Add to Tag List* та *Add all Items to Tag List*. Перші дві команди доступні якщо вибрано один тег. Якщо теги не вибрані, то активна лише остання команда. Використайте її для додавання всіх тегів до списку. В результаті цієї дії теги з'являться в полі, яке знаходиться справа вікна. Зверніть увагу, що за умовчанням всі теги будуть доступні для читання

та запису. Це залежить від позначок в відповідних полях. Закрийте вікно редагування тегів у групі. Для цього натисніть на команду *Close* в меню *File* або на перший ярлик у рядку інструментів (див. рис. 1.9).

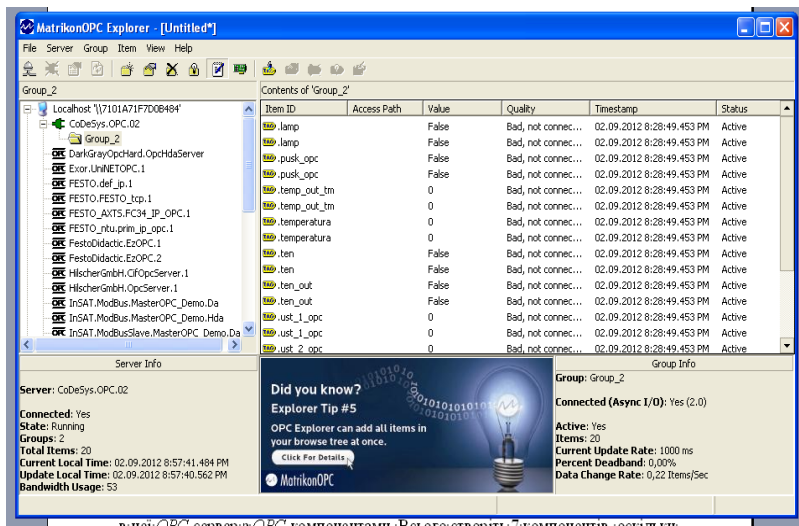


Рисунок 1.10 – Робоче вікно OPC-клієнта

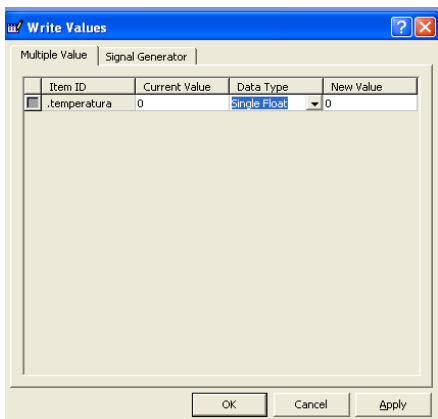


Рисунок 1.11 – Вікно запису значень до тегів

В результаті основне вікно, яке зображене на рис.1.8, буде поновлено, але в полі справа з'являться теги, які були налаштовані для обміну. Зовнішній вигляд основного вікна буде наступним (рис.1.10).

3) Якщо потрібно записати необхідне значення до змінної в ПЛК, по-перше, визначте мишею відповідний тег. Далі

активуйте контекстне меню, а в ньому натисніть на команду *Write Values*. Відкриється вікно, зовнішній вигляд якого зображений на рис. 1.11.

Уведіть нове значення *Item* у відповідних рядку та стовпчику вікна. Далі натисніть на кнопку *Apply*. Таким чином змінної у проєкті буде присвоєно нове значення. Також можливе формування сигналу за допомогою симулятора. Для цього використовуйте другу вкладку *Signal Generator*.

### **1.5. Перевірка працездатності макета АРМ**

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність макета АРМ оператора РСУ терморегулятором.

2) Переналаштуйте сервер та клієнта для роботи по інтерфейсу *TCP/IP*. Обов'язково замініть у проєкті канал завантаження до ПЛК на *Ethernet*.

3) Проведіть документування розроблених проєктів для подальшого складання звітів.

4) Складіть звіт у текстовому редакторі *Microsoft Office* відповідно до правил оформлення звітів. В ньому укажіть: відомості про виконавця, назву та цілі роботи, схему з'єднань, лістинг програми ПЛК та параметри мережних налаштувань протоколу та *COM*-порта.

### **1.6. Контрольні запитання**

1. Дайте визначення терміну – *OPC*-технологія та наведіть основні програмні засоби її реалізації.

2. Роз'ясніть принцип дії клієнт-серверного обміну при реалізації *OPC*-технології.

3. Яке функції *OPC*-сервера та *OPC*-клієнта при реалізації обміну даними?

4. Які інтерфейси та протоколи використовують для доступу до даних за допомогою *OPC*-сервера *CoDeSys*?

5. Що необхідно зробити для доступу до даних ПЛК ОВЕН з боку клієнта за допомогою *OPC*-сервера?

7. Яка послідовність створення та налаштування конфігураційного файлу *OPC*-сервера *CoDeSys*?

8. Яке призначення *OPC*-клієнта *Matrikon OPC Explorer*?

## **2. Налаштування *OPC*-сервера *Lectus ModBus OPC/DDE* для доступу до даних ПЛК *OBEH***

### **2.1. Мета роботи:**

- вивчити основні принципи застосування протоколу *ModBus* у режимах *ASCII*, *RTU* для обміну даними між ПЛК та ПК;
- навчитися конфігурувати програмний модуль *ModBus-Slave* для доступу до даних ПЛК *OBEH* з системою програмування *CoDeSys2.3* від компанії *3S-Software*;
- навчитися налаштовувати *OPC*-сервер *Lectus ModBus OPC/DDE*.

### **2.2. Опис стенда**

В даній лабораторній роботі використовується стенд, подібний розглянутому в ЛР №1. Тому всю потрібну інформацію про склад та принцип роботи стенда можна отримати у першому розділі. Тобто, загальний вигляд стенду поданий на рис. 1.1. Також на рис. 1.2 наведена принципова електрична схема стенда, а в табл. 1.1 – його специфікація. Структурна схема комунікаційних зв'язків стенда зображена на рис. 1.3, за виключенням того, що замість *OPC*-сервера *CoDeSys* в конфігурації проекту використаний програмний модуль *ModBus-Slave*, а замість *OPC*-клієнта *Matrikon OPC Explorer* – *OPC*-сервер *Lectus ModBus OPC/DDE*. Програмний модуль налаштовується при конфігуруванні ПЛК під час створення проекту.

### **2.3. Порядок виконання роботи**

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

- 1) Підготовка ПЛК до роботи у складі системи управління.
- 2) Конфігурування програмного модуля *ModBus-Slave* в *CoDeSys V2*.
- 3) Налаштування *OPC*-сервера *Lectus ModBus OPC/DDE* для доступу до даних програми користувача в проекті.

### **2.4. Хід виконання роботи**

#### **2.4.1. Підготовка ПЛК до роботи у складі системи управління**

Для завантаження до ПЛК як проект пропонується лістинг програми користувача, яка здійснює ПД-регулювання температурою за допомогою ШІМ-сигналу для управління двохпозиційним механізмом – нагрівачем або холодильником (рис.2.1).

У даній програмі змінним *man\_1* та *res\_1* відповідають значення дискретних перемикачів на емуляторі сигналу *ЭДИ-6*. Змінний *par\_1* – значення температури, яка виміряна термопарою *ТХК-1479*, а змінна *shim\_1* підключена до 3-го апаратного ШІМ-виходу (до нагрівача). Значення уставки – *ust* контролер отримує з *ОПC-сервера* по *ModBus*-протоколу. Вихід за межі параметру сигналізує змінна *limit\_a\_1*. У разі вмикання ручного режиму управління дія, що управляє, передається через змінну *rez\_1*, яка пов'язана з аналоговим входом, до якого підключений змінний резистор. Дублювання змінних необхідне для їх відправлення та отримання з мережі.

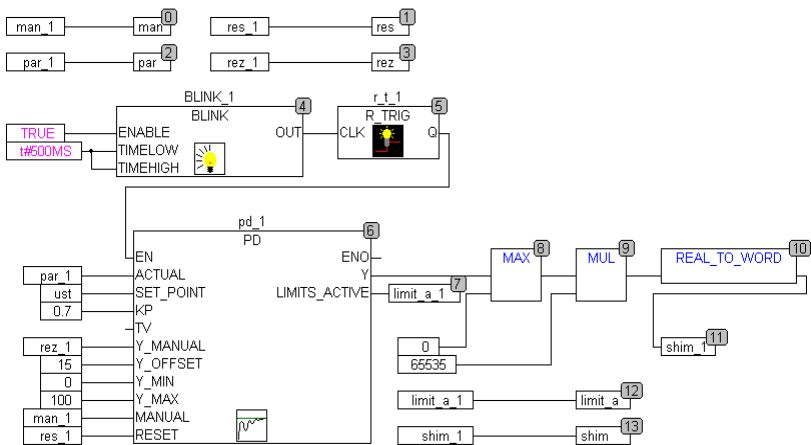


Рисунок 2.1 – Програма ПД-регулятора температурою

Отже, створіть у середовищі *CoDeSys 2.3* проект з ім'ям *lr\_2\_name.pro* (де *name* – прізвище студента), визначте необхідний таргет-файл та мову програмування головного *POU* – *PLC\_PRG*. Як цільову платформу виберіть ПЛК *ОВЕН150-ІІ.ІІ*, а мову програмування – *CFC*. В утиліті *Конфигурация ПЛК* проведіть конфігурування ПЛК

відповідно до схеми стенда та згідно з описаними вище змінними. Після конфігурування ПЛК фіксованого набору програмних модулів вводу/виводу перейдіть у вікно *POU PLC\_PRG* для введення програми користувача. Далі відкомпілюйте програму, підключіться до ПЛК за допомогою програмного комунікаційного модуля та завантажте готовий проект у ПЛК. Для завантаження використайте інтерфейс RS-232. При необхідності зробіть налагодження готового проекту.

#### 2.4.2. Конфігурування програмного модуля ModBus-Slave

**ModBus** – це протокол обміну даними та розроблений для ПЛК однойменний програмний модуль, який забезпечує роботу ПЛК відповідно до цього протоколу. Для доступу до даних ПЛК із застосуванням протоколу *ModBus* по послідовних інтерфейсах або *Ethernet* використовують технологію обміну даними «головний↔підлеглий» («*master↔slave*»), в який лише один пристрій («головний») може ініціювати передачу (зробити запит) у інших пристроях. Інші пристрої («підлегли») передають дані, або проводять потрібні дії. Типовий головний пристрій це ПК з запущеним OPC-сервером. Типовий підлеглий пристрій – це ПЛК. У ПЛК *ОВЕН* програмно реалізовані обидва типи пристроїв. Також програмні модулі можуть бути налаштовані на два режими роботи: *ASCII* або *RTU*. Користувач вибирає необхідний режим разом з іншими параметрами (швидкість передачі, режим паритету, формат кадру тощо) під час конфігурування ПЛК.

У вкладці *Ресурси* відкрийте утиліту *Конфигурация ПЛК*. Додавання програмних модулів здійснюється за допомогою опції *Добавление подэлемента* у контекстному меню, яка викликається натисненням на праву кнопку миші при установленні курсора в дереві *Конфигурации ПЛК* у рядку *PLC150.I-L* та подальшим вибором конкретного модуля з випадаючого списку. Таким чином, через контекстне меню створіть модуль *Modbus (slave)*. У вкладці *Параметры модуля* залиште налаштування модуля без змін. У даному випадку адреса *ModBus*-пристрою (ПЛК) буде дорівнювати – 1. У підмодулі *Modbus* аналогічно, через контекстне меню, створіть елемент *Debug RS-232* та у вкладці

параметрів елементів налаштуйте *Параметры модуля* відповідно до екранної форми (рис. 2.2).

Далі, через контекстне меню в модуль *Modbus (slave)* необхідно послідовно додати елементи для зберігання значень змінних відповідно до типів змінних у програмі користувача.

*Примітка.* В *Modbus (Slave)* є можливість додати наступні чотири типи каналів (змінних): *REAL*, 4 байти, 2 байти або 8 бітів. При розгляді інформаційного обміну, областей пам'яті і тому подібне використовуються категорії «біт» та «регістр» (чисельно дорівнює 2 байтам).

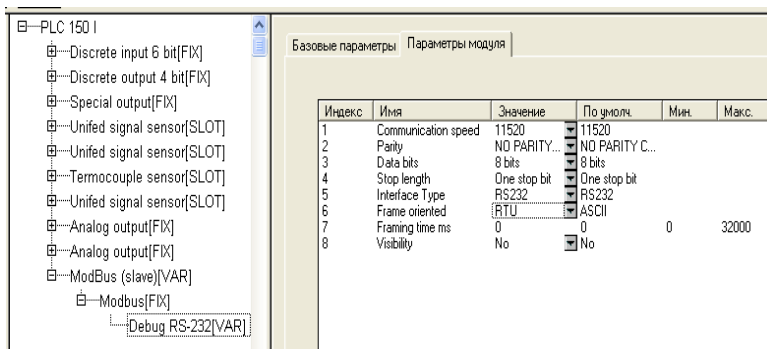


Рисунок 2.2 – Параметри налаштування COM-порту

Додавання змінних різних розмірів потрібне для структуризації та оптимізації ресурсів ПЛК. З погляду ведучого *Slave*-пристрій є безперервно організованою областю пам'яті, до якої можна звертатися як по регістрах (з 0-го регістра), так і побітно.

Звернення до внутрішньої пам'яті *Modbus (Slave)* відбувається таким чином. При запиті зовнішнім Майстром, наприклад значення «регістра №0», пристрій прочитує перші два байти першої змінної, для «регістра №1» – другі два байти першої змінної (якщо та має довжину більше двох байт) або перші два байти другої змінної і т.д.. Вважається, що ці два адресні простори незалежні один від одного. У деяких пристроях вони враховуються роздільно, в інших приладах – це загальна пам'ять, але до неї можна звертатися по-різному. Біти нумеру-




ються від 0 до  $n$  по бітах, байти – від 0 до  $n$  по байтах, а регістри – також від 0 до  $n$ , але по регістрах (тобто по 2 байти).

Особливість організації звернень полягає в тому, що, якщо у пристрої встановлений (використовується) змішаний тип змінних (тобто, одночасно 2-байтний, 8-бітовий або 4-байтний), то необхідно на всіх етапах роботи з пристроєм враховувати особливості вирівнювання змінних в області вводу/виводу. Тому в модуль *Modbus (slave)* через контекстне меню необхідно спочатку додати 8-бітовий елемент для передачі стану входів та виходів ПЛК (*man*, *res* та *limit*), а потім – елементи для отримання та запису уставки параметра типу *Float*. Це будуть змінні *par*, *shim*, *rez* і *ust*, за допомогою яких відбуватиметься обмін по послідовному інтерфейсу RS-232.

#### 2.4.3. Налаштування OPC-сервера *Lectus ModBus OPC/DDE*

Цей OPC-сервер призначений для отримання даних з *Modbus*-мережі та надання їх OPC- або DDE-клієнтам. OPC-клієнтом може виступати будь-яка SCADA-система: *Intouch*, *Genesis*, *TraceMode*, *Мастер-СКАДА* тощо. Будь-який OPC-клієнт може обмінюватися даними з будь-яким OPC-сервером незалежно від специфіки пристрою, для якого розроблявся конкретний сервер. DDE-клієнтом може виступати будь-яка програма, яка підтримує обмін через DDE. Це, наприклад, може бути *Microsoft Excel*.

Отже за допомогою подвійного кліка миші по ярлику , який знаходиться на робочому столі ПК, запустіть OPC-сервер. Його також можна запустити із директорії *C:\Program Files\Lectus Modbus OPC and DDE server\ServOPC.exe*. Після запуску програми з'явиться інформаційне вікно, яке повідомляє про те, що використовується демо-версія OPC-сервера. Клікніть по кнопці *OK* для переходу в основне вікно програми. Робоче вікно програми складається з декількох зон та полів: зони меню та кнопок інструментів, поля дерева проекту та їхніх властивостей. Спочатку деякі кнопки інструментів неактивні. Крім того, кнопки мають цілком зрозумілий сенс. Для використання інструмента достатньо лише натиснути на відповідну кнопку.

Отже, після запуску сервера налаштуйте його для роботи у складі *Modbus*-мережі. Для роботи *LectusOPC* за протоколом *Modbus*, необхідно:

1) Видаліть раніше встановлені вузли, запам'ятайте за допомогою команди *Сохранить как* в меню *Конфигурация* конфігураційний файл з новим ім'ям. Таким чином буде створено новий проект, вікно з яким зображено на рис. 2.3.

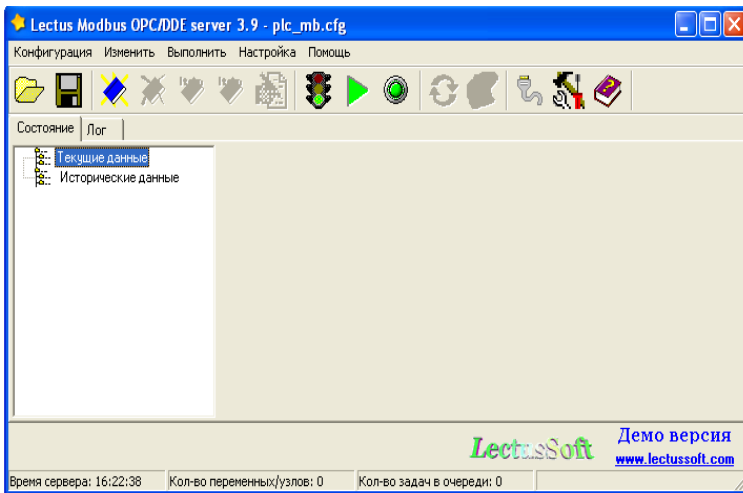


Рисунок 2.3 – Стартове вікно програми налаштування  
*OPC*-сервера *Lectus*

2) За допомогою команди *Добавить узел* в меню *Изменить* або кліка мишею по третьому ярлику на панелі інструментів додайте до поточних даних новий *Modbus*-вузол. У вікні, що з'явилося, виберіть вкладку *Modbus* та встановіть параметри *Modbus*-вузла, як це зображено на рис. 2.4 (опис параметрів дивиться в довідці до *LectusOPC*).

За умовчанням тип підключення до вузла – це *Ethernet*-з'єднання з протоколом *TCP/IP*. Але, якщо натиснути на кнопку «▼», то у випадяючому меню можна вибрати інший тип підключення. Можливі ще підключення по послідовному інтерфейсу (*RS-232*) – *Прямое подключение* та за допомогою модема – *Модемное подключение*.

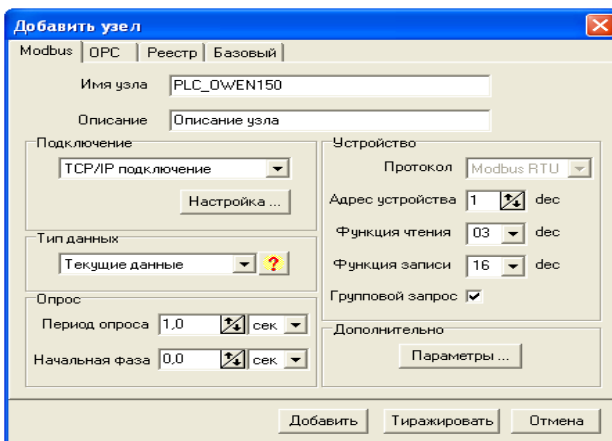




Рисунок 2.4 – Вікно налаштування властивостей вузла

Далі, не закриваючи вікна, натисніть на кнопку *Настройка*. В наступному вікні введіть IP-адресу ПЛК (потрібно використати адресу, яка відповідає сегменту локальної мережі, наприклад 172.16.28.242). Номер порту не змінюйте. У випадку підключення по послідовному інтерфейсу необхідно за допомогою кнопки «▼» активувати меню, що спливає, а в ньому – вибрати потрібний COM-порт.

Далі за допомогою інструмента COM-порт –  або команди в меню *Настройка* налаштуйте параметри COM-порта: *Скорость*, *Данные*, *Паритет* и *Стоп-биты*. Кожен параметр налаштовується також за допомогою меню, що спливає після натиснення на кнопку «▼». Якщо натиснути на кнопку *Дополнительно*, то можна встановити потрібний режим управління обміном: програмний або апаратний. Пристрої *ОВЕН* при обміні даними не потребують додаткових налаштувань каналу зв'язку. Після створення та налаштування вузла вікно програми буде виглядати, як це показано на рис. 2.5.

3) Далі, після додавання вузла, створіть необхідні змінні *Item*. Для цього використовуйте команду *Добавить переменную* в меню *Изменить* або кнопку  на панелі інструментів. Вікно для налаштування змінної

зображено на рис. 2.6. У вікні, що з'явилося, задайте параметри змінної (опис параметрів наведений в довідці LectusOPC). Як видно з рисунку, можливе створення змінних декількох типів: *Modbus*, *Составная*, *Системная*, *Свойство* або *SQL*. На рис.2.6 зображено вікно налаштування *Modbus*-змінної. Вікно складається з зон та полів для заповнення. Це основна зона з полями для введення її імені, опису та періоду опитування, а також поле для встановлення прав доступу до змінної. Зона *Тип переменной* визначає тип змінної. Вигляд зони, яка знаходиться нижче, залежить від вибраного типу. Крім того, в нижній частині вікна знаходяться пояснення для вибраного типу змінної та її параметрів.

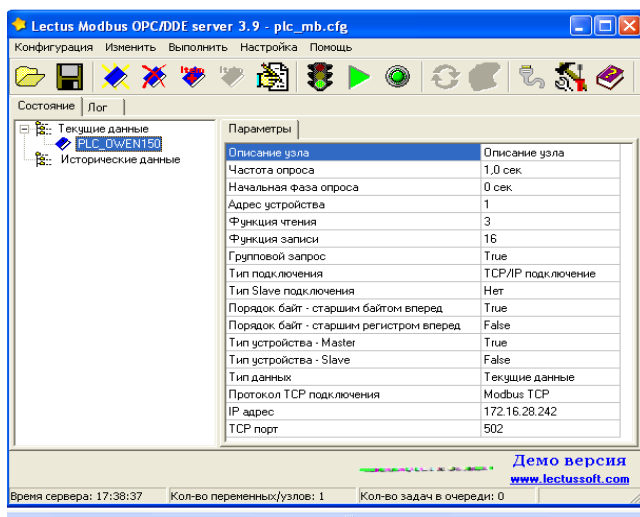



Рисунок 2.5 – Вікно з деревом проекту та властивостями з'єднання

Отже, натисніть на кнопку *Добавить*. В результаті у правій частині вікна з деревом проекту та вкладенням *Параметры* з'явиться нове вкладення – *Переменные*, де у формі таблиці будуть відображені створені змінні з їхніми основними властивостями.

Після створення вузла та додавання в нього змінних збережіть проект і запустіть *LectusOPC*, натиснувши на кнопку  або вибравши команду *Запустить опрос* в меню *Выполнить*. З'явиться вузел, де будуть

відображені значення переданих з ПЛК змінних. Зовнішній вигляд запущеного сервера зображений на рис. 2.7.

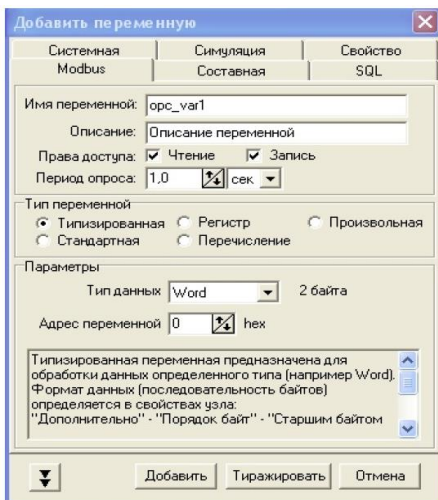



Рисунок 2.6 – Вікно налаштувань властивостей змінної

Згодом, саме до цього вузла можна буде підключитися OPC-кліентом (наприклад, SCADA-системою). Під час роботи сервера можливе примусове встановлення значень змінних, для яких у вікні налаштувань виставлений флаг «Запись» (рис. 2.6). Якщо вибрати команду *Записать значение* в меню *Выполнить* або кнопку  на панелі інструментів, тоді з'явиться вікно для примусового запису нового значення змінної.

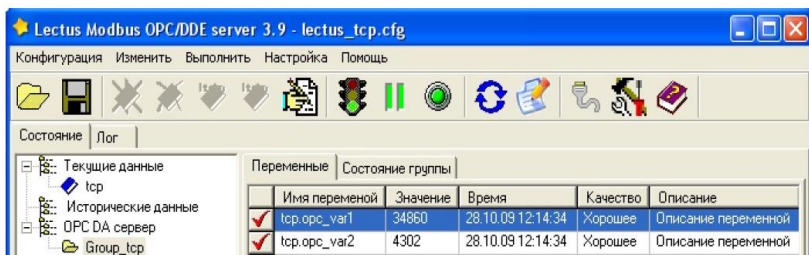



Рисунок 2.7 – Вікно з запущеним сервером

Змінювати настроювання змінних та вузла неможливо при запущеному сервері. Для їхнього редагування потрібно зупинити сервер. Після внесення потрібних змін знову запам'ятайте проект та запустіть.

Якщо ПЛК до ПК фізично не підключений, працездатність сервера можна перевірити за допомогою симулятора. Для цього в меню *Выполнить*

виберіть команду *Режим симуляції* або натисніть на кнопку  в панелі інструментів.

## 2.5. Перевірка працездатності макета АРМ

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність *OPC*-сервера.

2) За вказівкою викладача переналаштуйте програмний *ModBus*-модуль у ПЛК та тип з'єднання в сервері для реалізації доступу до даних ПЛК з використанням *Ethernet*-інтерфейсу за протоколом *ModBus-TCP*. Переконайтесь, що доступ до даних ПЛК поновлений.

3) Складіть звіт у текстовому редакторі *Microsoft Office* відповідно до правил оформлення звітів. В ньому укажіть: відомості про виконавця, назву та цілі роботи, схему з'єднань, лістинг програми ПЛК та параметри мережних налаштувань, протоколу та параметри налаштувань *COM*-порту.

## 2.6. Контрольні запитання

1. Які режими використовують для доступу до даних з застосуванням протоколу *ModBus*?
2. Які є основні принципи застосування протоколу *ModBus*?
3. Перелічити типи даних, якими обмінюються пристрої з використанням протоколу *ModBus*.
4. Який формат кадру протоколу *ModBus*?
5. Поясніть відмінності в режимах роботи *ASCII* та *RTU*.

## 3. Вивчення доступу до даних модуля *МДБВ* за протоколом *MODBUS* за допомогою *OPC*-сервера

### 3.1. Мета роботи

- вивчити порядок доступу до даних модуля *МДБВ* на прикладі використання *OPC*-сервера для приладів з інтерфейсом *RS-485* та протоколом обміну *Modbus (RTU та ASCII)*;
- навчитися конфігурувати модуль *МДБВ* для роботи у складі РСУ;

- навчитися конфігурувати *МВ*-компоненти в шарі *Источники /Приемники* проекту в *SCADA*-системі *TraceMode*;
- отримати практичні навички розроблення РСУ, що складається з АРМ оператора, модуля вводу/виводу та об'єкта управління.

### 3.2. Опис стенда

Загальний вигляд стенда подано на рис. 3.1. На цьому рисунку виносками позначені: 1 – датчик температури; 2 – імітатор нагрівача; 3 – контактний датчик температури; 4 – імітатор охолоджувача; 5 – модуль; 6 – імітатор дискретних сигналів для модуля; 7 – імітатор аналогового сигналу для ПЛК (R~); 8 – перетворювач інтерфейсів; 9 – ПЛК; 10 – імітатор дискретних сигналів для ПЛК; 11 – безконтактний датчик; 12 – імітатор світлової сигналізації; 13 – клавіша вмикання живлення стенду. Нижче наданий опис елементів стенда:

1. Датчик температури – термопара. Тип та модель термопари вказані на бирці.

2. Імітатор нагрівача – дрововий опір в керамічному корпусі типу *ПЭВ-100* номіналом 47 Ом.

3. Контактний датчик температури – термореле з відновленням стану.

4. Імітатор охолоджувача – вентилятор обдування постійної напруги 12 В.

5. Модуль розширення – модуль вводу/виводу дискретних сигналів *МДВВ-8Р ОВЕН*.

6. Імітатор дискретних сигналів для модуля розширення – чотири перемикачі типу «сухий контакт».

7. Імітатор аналогового сигналу – змінний опір номіналом 0...1 кОм.

8. Перетворювач інтерфейсів – автоматичний перетворювач інтерфейсів *RS-232/RS-485 АСЗ-М ОВЕН*.

9. Контролер *ОВЕН* моделі *ПЛК150-220.И-L* з внутрішнім джерелом живлення. Є моноблоком, що об'єднує в собі контактні групи для підключення дискретних та аналогових сигналів вводу/виводу, а також інтерфейсами для обміну даними: *RS-232* – для завантаження програм і

обміну даними з ПК, *RS-485* – для мережного обміну з іншими пристроями і *Ethernet* – для завантаження програм та обміну даними з ПК.

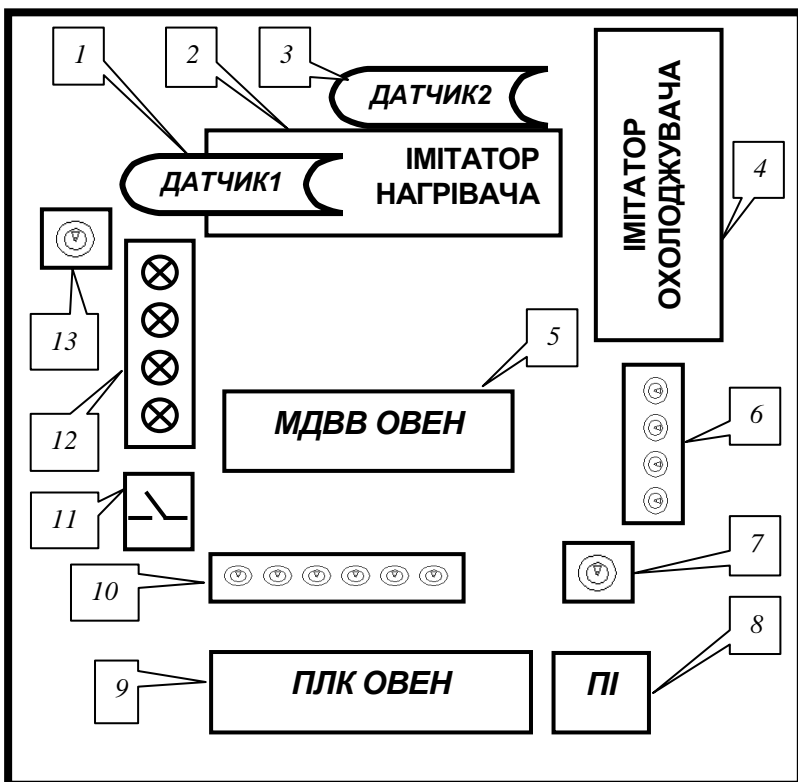
10. Імітатор вхідних дискретних сигналів *ЭДИ-6* для ПЛК – шість перемикачів типу «сухий контакт».

11. Датчик безконтактний індуктивний.

12. Імітатор світлової сигналізації – чотири світлодіоди.

13. Клавiша вмикання загального живлення стенда.

На рис. 3.2 подано принципову електричну схему стенда, а в табл. 3.1 – специфікація стенда. Структурна схема комунікаційних зв'язків стенда зображена на рис. 3.3.





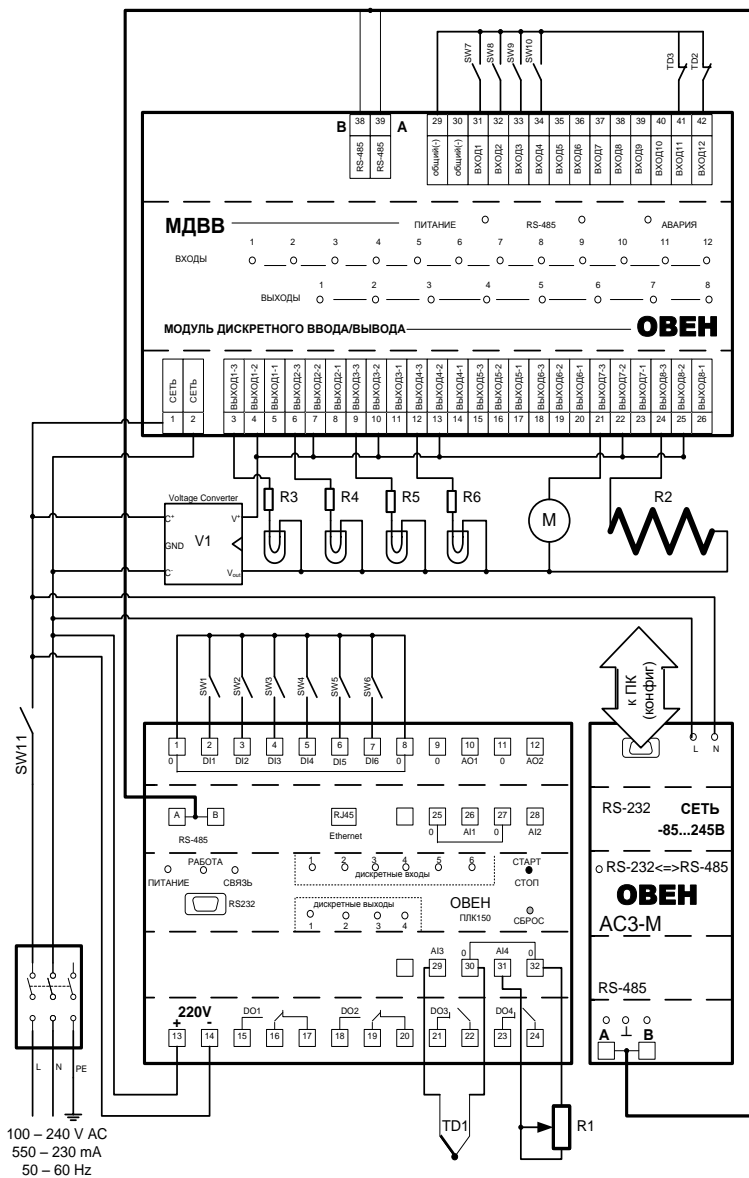


Рисунок 3.2 – Принципова схема станда

Принцип роботи стенда наступний. Клавiша *SW11* призначена для включення загального живлення стенда. За допомогою перемикачiв *SW1...SW6* на входи *DI1...6* ПЛК подаються дискретні сигнали, а за допомогою перемикачiв *SW7...SW10* – на входи *Bx.1...4* модуля *МДВВ*. Вони можуть iмітувати сигнали дискретних датчикiв («ВМК.» / «ВИМК.»), управляти режимами роботи («Руч.»/«Автомат.») або технологічним процесом («Бiльше»/«Менше»). Iмітатори нагрiвача (*R2*) та охолоджувача (*M*) підключені через перетворювач напруги 220/12...24 В та випрямляч (*VI*) до дискретних виходiв модуля, причому нагрiвач підключений до релейного виходу *Вих.8*, а охолоджувач – до виходу *Вих.7*. Змінний резистор (*R1*) підключений до аналогового входу *AI4* ПЛК, він iмітує резистивний сигнал від датчика положення засувки. Термопара (*TD1*) підключена до аналогового входу *AI3* ПЛК.

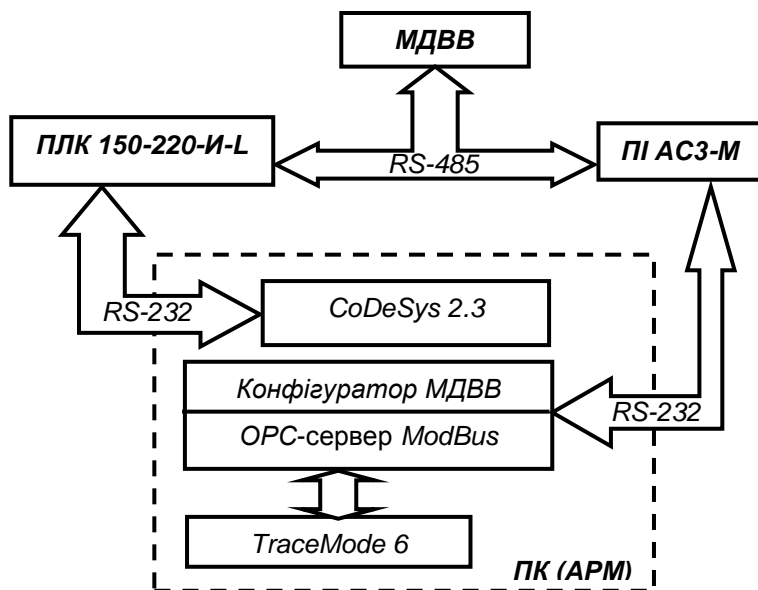


Рисунок 3.3 – Структурна схема стенда

На нагрiвачі стенда встановлено термореле (*TD2*) з температурою розмикання 60 °С та функцією відновлення (замикання) після охолодження. Термореле підключене до дискретного входу моду-

ля *Вх.12*. На стенді встановлений безконтактний датчик індуктивності (нормально відкритий), який реагує на приближення металевого предмету. Цей датчик підключений до дискретного входу модуля *Вх.11*. Для імітації світлової сигналізації застосовані світлодіоди, які підключені до дискретних виходів модуля *Вих.1...Вих.4*.

Таблиця 3.1 – Специфікація елементів стенда

Змінний опір <i>R1</i>	<i>1 кОм</i>
Нагрівальний резистор <i>R2</i>	<i>ПЭВ-100, 47 Ом</i>
Датчик температури <i>TD1</i>	<i>ТХК-1479</i>
Термореле <i>TD2</i>	<i>TD60</i>
Датчик безконтактний <i>TD3</i>	<i>IA 18 DSF 05 PO</i>
Перемикачі <i>SW1...SW6, SW7...SW10</i>	<i>MTS-1</i>
Клавіша вмикання <i>SW9</i>	<i>220В/5А</i>
Перетворювач напруги <i>V1</i>	<i>БП 220/12..24В пост.</i>
Вентилятор обдування <i>M</i>	<i>DC FAN 12V/0.1A</i>

### 3.3. Порядок виконання роботи

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

- 1) Підготовка модуля *МДВВ* до роботи у складі РСУ.
- 2) Конфігурування *OPC*-сервера для приладів *ОВЕН* з протоколом *Modbus* та інтерфейсом *RS-485* для роботи у складі РСУ.
- 3) Розроблення макета АРМ оператора системи управління та диспетчеризації в середовищі *TraceMode* з візуалізацією стану входів/виходів, а також можливістю керування станом виходів (ШІМ-управління) модуля *МДВВ*.

### 3.4. Хід виконання роботи

#### 3.4.1. Підготовка модуля *МДВВ* до роботи у складі РСУ

Для інтеграції модуля *МДВВ* до складу РСУ необхідно виконати ряд кроків:

- по-перше, за допомогою програми конфігурування модуля *МДВВ* налаштувати інтерфейс та протокол обміну даними з ПК;
- по-друге, провести налаштування входів/виходів модуля.

Модуль *МДВВ* – це модуль дискретних входів та виходів, який призначений для роботи у складі мережі *RS-485*. Цей модуль використовується разом з контролерами *ОБЕН* або контролерами інших виробників, а також з ПК із застосуванням перетворювача інтерфейсів *RS-485/RS-232* (ПП). Модуль може працювати в мережі *RS-485* за наявності в ній пристрою-«майстра» (ПЛК або ПО). При цьому сам *МДВВ* не може бути «майстром» мережі. Цю функцію може виконувати ПК з запущеним *Runtime*-модулем, який створений у середовищі *TraceMode*.

Основні функції та технічні характеристики модуля *МДВВ*:

- передавання значень вимірюваних параметрів по інтерфейсу *RS-485* (максимальна швидкість обміну до 115200 біт/с);
- підтримка протоколів *Modbus* (режими *ASCII*, *RTU*), *DCON*, *ОБЕН*;
- 12 дискретних входів для підключення контактних датчиків та транзисторних ключів *n-p-n*-типу;
- можливість використання будь-якого дискретного входу в режимі лічильника (максимальна частота сигналу 1 кГц, мінімальна тривалість імпульсу, що сприймається дискретним входом 0,5 мс);
- 8 вбудованих дискретних вихідних елементів у різних комбінаціях:
  - електромагнітне реле 8 А 220 В;
  - оптотранзисторний ключ 400 мА 60 В;
  - оптосімістор 0,5 А 300 В;
  - для керування зовнішнім твердотільним реле;
- можливість генерації ШІМ-сигналу будь-яким з виходів;
- автоматичне переведення виконавчого механізму в аварійний режим роботи при порушенні мережного обміну.

Для конфігурування модуля та реєстрації стану дискретних входів та виходів (шпаруватості ШІМ) надається безкоштовна програма *Конфігуратор МДВВ*, яка встановлюється на звичайний ПК. Додатково для модуля надається програма-драйвер для підключення до *SCADA*-системи *TraceMode*. На рис. 3.4 показана функціональна схема пристрою та варіанти його використання в системі управління технологічним процесом.

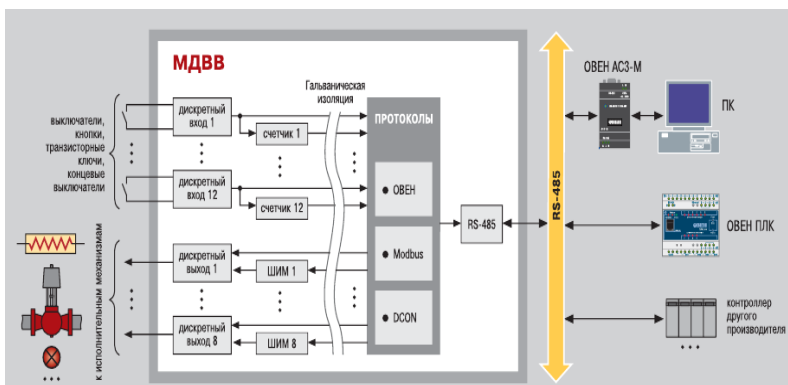


Рисунок 3.4 – Функціональна схема пристрою *МДВВ*

Інтерфейс *RS-485* модуля *МДВВ* дозволяє за допомогою адаптерів *ОВЕН АСЗ-М* або *АС4*, які з'єднують його з ПК, здійснювати наступні дії:

- проводити конфігурування модуля;
- передавати в мережу сигнали з дискретних входів;
- отримувати з мережі сигнали про стан дискретних виходів та шпаруватість ШІМ;
- реєструвати стан дискретних входів та виходів пристрою.

Для мережного обміну з *МДВВ* користувач може вибрати будь-який протокол: *ОВЕН*, *Modbus-RTU*, *Modbus-ASCII* або *DCON*. Конфігурування пристрою здійснюється лише за протоколом *ОВЕН*. Підтримка поширених протоколів *Modbus* та *DCON* дозволяє модулю працювати в одній мережі з контролерами та модулями як компанії *ОВЕН*, так і інших виробників.

*Примітка.* Оскільки конфігурування модуля здійснюється лише за протоколом *ОВЕН*, то при установленні зв'язку з приладом програма *Конфігуратор МДВВ* посилає спеціальне повідомлення, що переводить його в мережний протокол *ОВЕН*. Для переходу пристрою на роботу за протоколом, який вказаний в параметрі *Prot*, після завантаження конфігурації необхідно вимкнути та увімкнути модуль або відправити команду *INIT*.

До 12 дискретних входів модуля можна підключати пристрої з «сухими» контактами (кнопки, вимикачі, геркони, реле тощо) або транзисторні ключі *n-p-n*-типу. Кожен дискретний вхід може працювати в одному з двох режимів:

- *ON/OFF*, при цьому зчитується безпосередньо стан входу;
- режим лічильника.

При роботі в режимі лічильника в мережу передається кількість імпульсів, що надійшли на дискретний вхід. Максимальна частота імпульсів рахування складає 1 кГц. Розмір змінної рахування дорівнює 16 бітів. При переповнюванні лічильника його значення автоматично обнуляється і рахунок поновлюється. Якщо живлення припиняється, результати рахунку зберігаються в незалежній пам'яті пристрою.

Дискретні виходи модуля керують виконавчими механізмами. У пристрої за бажанням замовника можуть бути встановлені в різних комбінаціях 8 дискретних вихідних елементів (ВЕ): е/м реле, транзисторні або симісторні оптопари, виходи для керування зовнішніми твердотільними реле. Модуль *МДВВ* дозволяє безпосередньо керувати дискретними виходами та підключеними до них виконавчими механізмами через мережу *RS-485*. Завдяки цьому модуль може бути використаний як модуль для будь-якої *SCADA*-системи або контролера, наприклад ПЛК *ОВЕН*.

Керування дискретними виходами можливо у двох режимах:

- *ON/OFF*, при якому дискретний вихідний елемент вмикається та вимикається за сигналом з мережі;
- ШІМ, при якому пристрій за сигналом шпаруватості з мережі самостійно генерує ШІМ-сигнал.

На рис. 3.5 показані номери контактів та схема підключення модуля до системи управління, а на рис. 3.6 (*а, б, в, г*) – варіанти підключення вихідних елементів до виходів.

#### 3.4.1.1. Підключення модуля *МДВВ* до ПК за допомогою ПІ.

Для підключення до ПК пристроїв з інтерфейсом *RS-485* використовують перетворювачі інтерфейсів:

- *OBEH AC3-M* – автоматичний ПІ *RS-232/RS-485* (установлений на стенді);

- *OBEH AC4* – автоматичний ПІ *USB/RS-485*.

Можливо також використання ПІ сторонніх виробників.

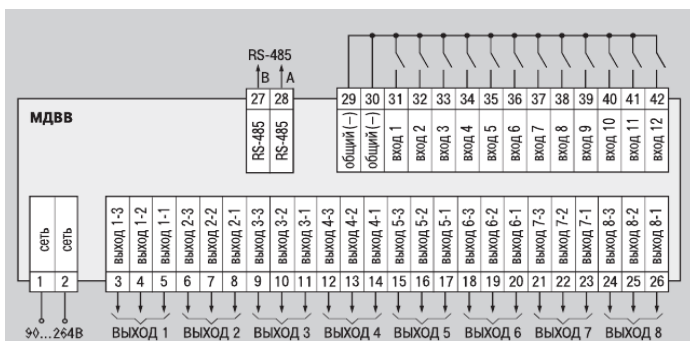


Рисунок 3.5 – Функціональна схема модуля

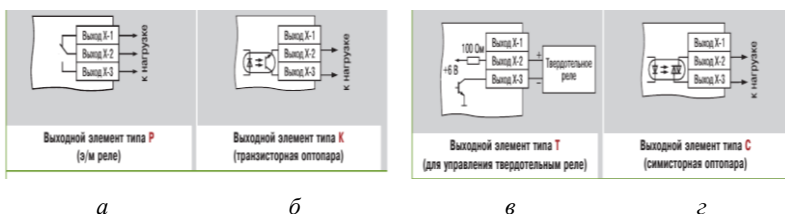


Рисунок 3.6 – Схеми підключення ВЕ до виходів модуля

Без використання засобів посилення сигналу до перетворювачів *AC3-M* або *AC4* можна підключити до 32 пристроїв, з використанням підсилювача – до 256. Схема підключення пристроїв *OBEH* з інтерфейсом *RS-485* через ПІ *AC3-M* показана на рис. 3.7.

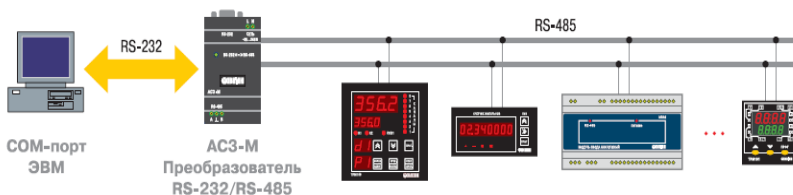



Рисунок 3.7 – Схема підключення пристроїв *OBEH* до ПК

3.4.1.2. Налаштування зв'язку з модулем *МДВВ* та його конфігурування.

Для підготовки пристрою до роботи необхідно підключити його через ПІ *RS-232/RS-485 ОВЕН АС3-М* (або аналогічний) до ПК та включити живлення.

Конфігурування пристрою за допомогою програми *Конфігуратор МДВВ* – це налаштування мережних параметрів та мережного інтерфейсу (конфігурація пристрою – це повний перелік значень параметрів, що визначає його роботу). Для запуску програми можна використати ярлик  або програму можна запустити через меню *Пуск* у вкладці *OWEN*, вибравши програму *Конфігуратор МДВВ* у відповідній теці.

Основні можливості та порядок роботи з програмою *Конфігуратор МДВВ* можна побачити в *Справке к программе* або в *Руководстве по эксплуатации* модуля.

Після запуску програми у вікні встановлення зв'язку з модулем (рис. 3.8) необхідно задати мережні параметри, щоб *OPC*-сервер міг зчитувати поточні параметри через адаптер *АС3-М ОВЕН*:

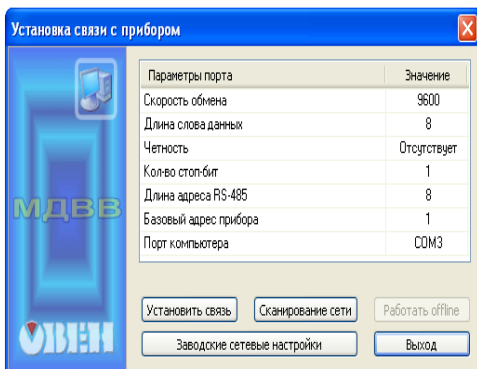


Рисунок 3.8 – Вікно налаштування мережних параметрів модуля *МДВВ*

- швидкість обміну даними – 9600 біт/с;
- довжина поля даних – 8 біт;
- контроль парності поля даних – відсутній;
- кількість стоп-біт у кадрі – 1 біт;
- довжина мережної адреси складає 8 біт;
- базова адреса модуля дорівнює 16;
- порт ПК –  $COMx$ , де  $x=1...n$ .



*Примітка.* Якщо робота виконується на ПК, до якого стенд не підключений, то необхідно вибрати команду *Работать OFFLINE*. Номер та параметри *COM*-порту ПК з підключеним стендом призначити виходячи з параметрів меню ПК *Панель управления*. На рис.3.9 показаний зовнішній вигляд головного вікна програми з розгорнутим слотом мережних налаштувань.

Для зв'язку модуля *МДВВ* з ПК у складі РСУ необхідно вибрати потрібний інтерфейс та протокол обміну. Оскільки передбачається доступ до даних модуля з боку *SCADA*-системи *TraceMode* із застосуванням *OPC*-сервера для приладів *OBEH* з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *ModBus-RTU* необхідно змінити налаштування модулю на цей протокол, решту параметрів залишити без змін (рис. 3.9).

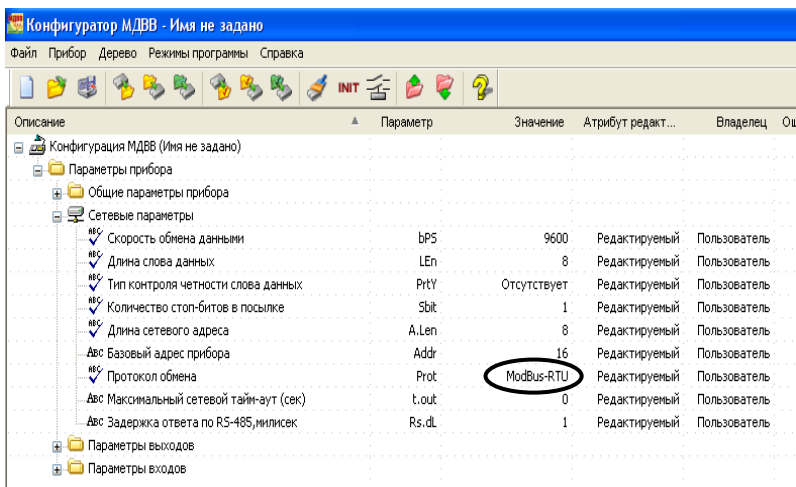


Рисунок 3.9 – Головне вікно програми-конфігуратора МДВВ

Далі, згідно з довідкою до програми та інструкцією з експлуатації проведіть конфігурування каналів вводу/виводу модуля відповідно до принципової схеми стенда (рис. 3.3). В даному випадку до модуля *МДВВ* підключені наступні датчики та вихідні елементи: до входних каналів *Bx1...Bx4* підключені датчики типу «сухий контакт», до входу *Bx11* – безконтактний датчик індуктивний, до входу *Bx12* – термореле, до вихі-

дних каналів *Вых1...Вых4* – сигнальні лампи (дані канали потрібно налаштувати по два на роботу в режимах *ON/OFF* та *PWM*), до вихідних каналів *Вых7, Вых8* – вентилятор-охолоджувач та резистор-нагрівач відповідно.

#### 3.4.1.3. Обмін за протоколом *Modbus*. Опис параметрів.

Протокол *Modbus* є відкритим протоколом обміну даними між пристроями по послідовному інтерфейсу *RS-485*. Для доступу до даних за протоколом *Modbus* використовують технологію «головний-підлеглий» («*master-slave*» або «*ведучий-ведений*»), при якій лише один пристрій (головний) може ініціювати передачу (зробити запит). Інші пристрої (підлегли) передають дані, що запитані головним пристроєм, або проводять дії, що отримують від головного. Типовий головний пристрій – це ПК зі *SCADA*-системою. Типовий підлеглий пристрій – ПЛК або ПЗО. У ПЛК *OBEH* програмно реалізовано обидва типи пристроїв. Модуль МДВВ може бути лише *веденим*. Також програмні модулі можуть бути налаштовані на два режими роботи: *ASCII* або *RTU*. Користувач обирає необхідний режим разом з іншими параметрами (швидкість передачі, режим паритету, тощо) під час конфігурування пристрою.

Режим роботи за протоколом *Modbus* залежить від заданого значення параметра *Prot*. Шпаруватість ШІМ записується в регістри, що відповідають кожному з дискретних ВЕ. Запис здійснюється командою 16 (0x10), читання – командами 3 (0x03) або 4 (0x04). Список регістрів протоколу *Modbus* наведений в табл. 3.2.

Посилання групової команди вмикання/вимикання ВЕ здійснюється в регістр з номером 50 (0x32). У регістр (див. табл. 3.3) записується число від 0 до 255 у двійковому вигляді, кожен біт якого відповідає вихідному каналу модуля. Одиничне значення біта відповідає стану «*Включено*» для ВЕ. Читання стану входів реалізоване через регістр 51 (0x33) (див. табл. 3.3).

*Примітка.* За протоколом *Modbus* можлива зміна періоду ШІМ та значення безпечного стану ВЕ. Ці дані при отриманні зберігаються в незалежній пам'яті модуля, яка має обмежений ресурс перезаписів (близько 1 млн), тому не рекомендується змінювати значення періоду ШІМ або значення безпечного стану ВЕ також часто, як передавати значення шпаруватості ШІМ.

Таблиця 3.2 – Список регістрів протоколу *Modbus* модуля *МДВВ*

Параметр	Одиниця вимірюв.	Значення	Адреса регістра	
			(HEX)	(DEC)
Значення на виході №1	0.1 %	0...1000	0000	0000
Значення на виході №2	0.1 %	0...1000	0001	0001
...			...	...
Значення на виході №8	0.1 %	0...1000	0007	0007
Авар. знач. на виході №1	0.1 %	0...1000	0010	0016
Авар. знач. на виході №2	0.1 %	0...1000	0011	0017
...			...	...
Авар. знач. на виході №2	0.1 %	0...1000	0017	0023
Період ШІМ на виході №1	с	1...900	0020	0032
Період ШІМ на виході №2	с	1...900	0021	0033
...			...	...
Період ШІМ на виході №8	с	1...900	0027	0039
Бітова маска значень виходів	-	0...255	0032	0050
Бітова маска значень входів	-	0...4095	0033	0051
Значення лічильника входу №1	фронт	0...65535	0040	0064
Значення лічильника входу №2	фронт	0...65535	0041	0065
...			...	...
Значення лічильника входу №12	фронт	0...65535	004B	0075

Таблиця 3.3 – Формати регістрів з масками входів/виходів *МДВВ*

Входи																
№ біта	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
значення	завжди рівні «0»				стан входів з 12 до 1											
Виходи																
№ біта	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
значення	завжди рівні «0»								стан виходів з 8 до 1							

### 3.4.2. Конфігурування OPC-сервера для пристроїв OWEN з протоколом Modbus та інтерфейсом RS-485

Дана програма призначена для опитування та управління пристроями, які підтримують протокол *Modbus-RTU* або *Modbus-ASCII*. Програма послідовно опитує дані пристроїв. Експорт та імпорт даних ведеться в *OPC*-клієнти, якими можуть бути *SCADA*-системи. Технологія *OPC* є стандартом для обміну даними між драйверами ПЛК, модулями та *SCADA*-системами.

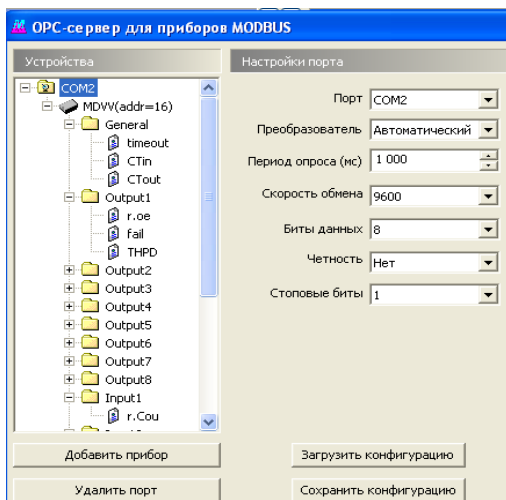


Рисунок 3.10 – Вікно налаштування порту *OPC*-сервера

Щоб запустити *OPC*-сервер, можна використовувати ярлик або в меню *Пуск* у вкладці *OWEN* вибрати програму *OPC-сервер для приладів з інтерфейсом RS-485 і протоколом Modbus* у теці *OPC drivers (beta)*. Основні можливості та порядок роботи з програмою *OPC-сервер* можна побачити в довідці до програми.

У вікні програми, що відкрився, за допомогою контекстного меню послідовно додайте *COM*-порт, тип пристрою та змінну обміну. При цьому для кожного елемента в полі справа налаштуйте їхні властивості відповідно до даних табл. 3.2 та згідно з екранними формами, що зображені на рис. 3.10 та 3.11.

У середовище тегів *OPC*-сервера *МДВВ* експортуються гілки *General*, *Output1...8* та *Input1...12*, що містять елементи налаштування каналів.

Після проведення всіх налаштувань збережіть конфігурацію та закрийте програму налаштування *OPC*-сервера.

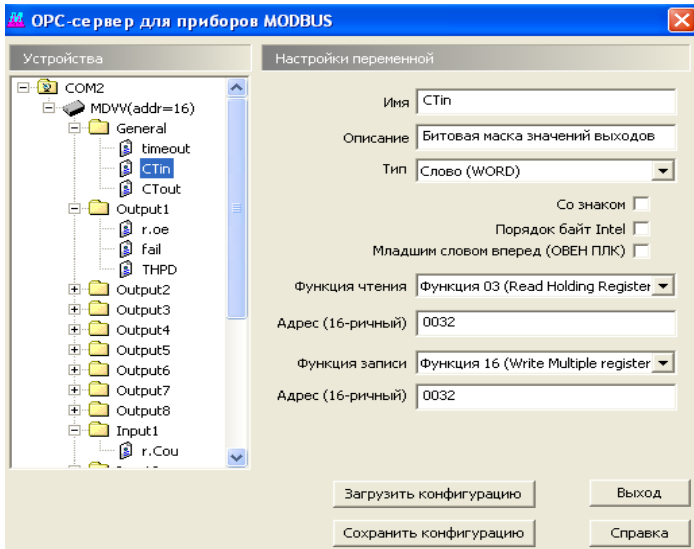


Рисунок 3.11 – Вікно налаштування тега *OPC*-сервера *МДВВ*

### 3.4.3. Розроблення макета *АРМ* оператора системи управління в *SCADA*-системі *TraceMode*

Для обміну даними з модулем *МДВВ* створіть та налаштуйте проєкт у середовищі *TraceMode*. Порядок дій буде наступним.

- 1) Після запуску середовища створіть новий проєкт в стилі *Простой*. Надайте ім'я проєкту (*lr\_5\_name.prj*) та збережіть його.
- 2) Створіть та налаштуйте в шарі *Источники/Приемники OPC*-групу, а в ній *OPC*-сервер з *OPC*-компонентами. Всього створіть стільки компонентів, скільки було сформовано тегів в *OPC*-сервері для модуля.

Налаштуйте кожен *OPC*-компонент. Для цього подвійним кліком миші відкрийте бланк налаштувань компонента. Відкриється вікно, яке зображене на рис. 3.12. Поля в розділі *Основные* можна залишити без змін. Після кліка по кнопці *Обзор* в розділі *Параметры* на екрані з'явиться діалогове вікно *OPC*-браузера. Виберіть в лівому полі із переліку потрібний *OPC*-сервер – *OWEN.MODBUS*, а у правому – будь-яку з доступних змінних. Натисніть кнопку *Готово*. При цьому

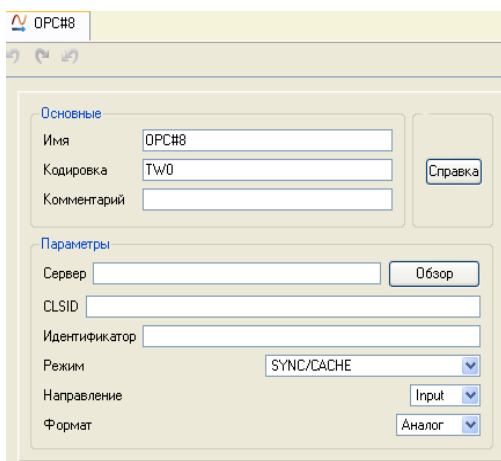


Рисунок 3.12 – Вікно налаштувань параметрів OPC-компонента

3) Створіть у вузлі *RTM* методом автопобудови канали, які відповідають OPC-компонентам. Для цього перенесіть їх за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*) у групу *Канали*.

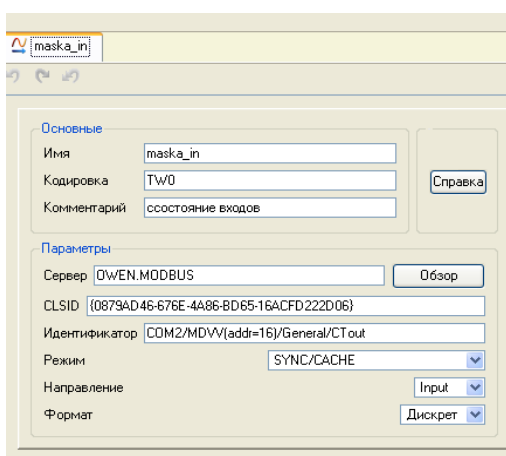


Рисунок 3.13 – Заповнений бланк параметрів OPC-компонента

автоматично заповняються поля *Сервер*, *CLSID* та *Идентификатор*. Далі вкажіть режим, напрям та формат змінної виходячи з її типу та призначення. Приклад заповнення бланка для набуття значення змінної *CTout* (маска входів *МДВВ*) поданий на рис. 3.13. Налаштування решти компонентів проведіть аналогічно, відповідно до типу та призначення змінних.

4) Розроблення графічного інтерфейсу АРМ оператора системи управління та прив'язування аргументів.

У шарі *Система* при створенні проекту у стилі *Простой* автоматично створюється вузол *RTM\_1*, а в ньому – канал виклику екрана. Відкрийте екран на редагу-

вання та створіть за допомогою різних графічних елементів відеокадр з полями відображення стану входів та виходів. Додатково створіть поля для реалізації позиційного та ШІМ-управління виходами, наприклад, як це показано на рис. 3.14. Крім того, використовуйте текстуру для фону відеокадра та логотипи програмних і апаратних компонентів компанії-виробників. Також додайте поле для відображення поточного часу та дати. Для анімації поточного стану вихідних елементів використовуйте кліпи, наприклад «лампа-мигалка».

Для динамізації графічних об'єктів та елементів створіть таблицю аргументів екрана, зв'яжіть їх між собою за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*), а також з відповідними каналами вузла *RTM*.

5) Створення та запуск профайлера.

Збережіть проект для профайлера та запустіть середовище для його виконання, а в ньому – створений профайлер.

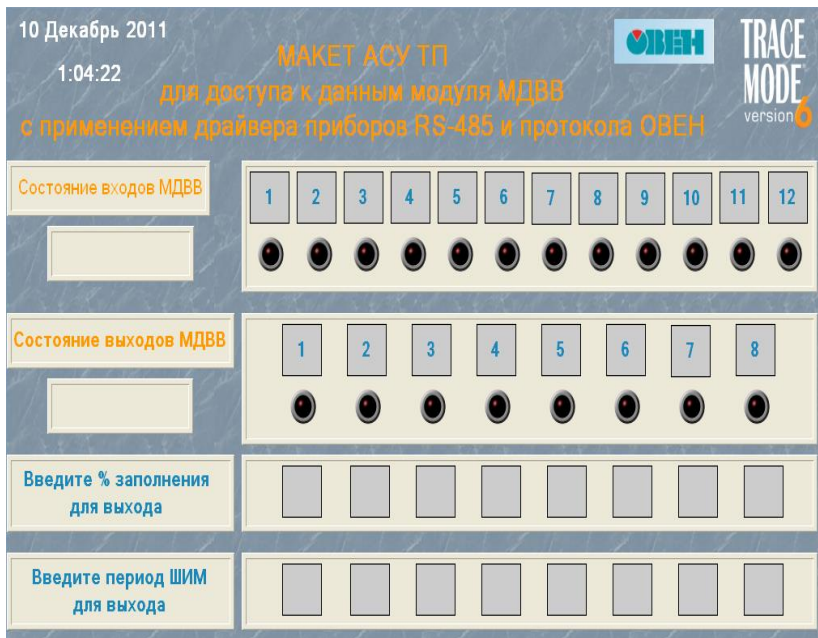


Рисунок 3.14 – Відеокадр з екраном APM

### **3.5. Перевірка працездатності макета АРМ оператора**

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність макета АРМ оператора РСУ із застосуванням модуля *МДБВ* та видаленого доступу по інтерфейсу *RS-232/RS-485*.

2) Змініть параметри зв'язку за вказівкою викладача та переналаштуйте протокол і параметри *COM*-порту у проєкті *TraceMode*. Переконайтесь, що доступ до даних *МДБВ* поновлений.

3) Проведіть документування розробленого проєкту в *TraceMode* для подальшого складання звіту.

4) Складіть звіт у текстовому редакторі *Microsoft Office* відповідно до правил оформлення звітів. В ньому укажіть: відомості про виконавця, назву та мету роботи, схему з'єднань, параметри мережних налаштувань протоколу та параметри налаштувань *COM*-порту.

### **3.6. Контрольні запитання**

1. Яким чином реалізований доступ до даних модуля *МДБВ* у даній лабораторній роботі?

2) Що необхідно зробити для доступу до даних з боку клієнта – *SCADA*-системи за допомогою *OPC*-сервера *Modbus* для пристроїв *ОВЕН* з інтерфейсом *RS-485*?

3) Перелічіть параметри модуля *МДБВ*, до яких можна реалізувати доступ за допомогою *OPC*-сервера *Modbus*.

## **4. Вивчення доступу до даних модуля *МДБВ* із застосуванням драйвера для приладів з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *ОВЕН***

### **4.1. Мета роботи:**

- вивчити порядок доступу до даних модуля *МДБВ* на прикладі використання програмних драйверів для приладів з інтерфейсом *RS-485* та протоколом обміну *ОВЕН*;
- навчитися конфігурувати модуль *МДБВ* для роботи у складі РСУ;



- навчитися конфігурувати компоненти *OWEN\_RS485* в шарі *Источники/Приемники* проекту в *SCADA*-системі *TraceMode*;
- отримати практичні навички розробки РСУ, що складається з АРМ оператора, модуля та об'єкта управління.

#### **4.2. Опис стенда**

В даній лабораторній роботі використовується той же стенд, який описаний в ЛР №3. Тому всю потрібну інформацію про склад та принцип роботи стенда можна отримати в підрозд. 3.2. Тобто, загальний вигляд стенда поданий на рис. 3.1. Також на рис. 3.2 показана принципова електрична схема стенда, а в табл. 3.1 – специфікація стенда. Структурна схема комунікаційних зв'язків стенду зображена на рис. 3.3, за виключенням того, що для доступу до даних приладу використаний програмний драйвер. Необхідні відомості про побудову та характеристики модуля *МДВВ* наведені в підрозд.3.4.

#### **4.3. Порядок виконання роботи**

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

- 1) Підготовка модуля *МДВВ* до роботи у складі РСУ.
- 2) Розроблення макета АРМ оператора системи управління та диспетчеризації в *SCADA*-системі *TraceMode* з візуалізацією стану входів/виходів, а також можливістю керування станом виходів (ШІМ) модуля *МДВВ*.

#### **4.4. Хід виконання роботи**

##### *4.4.1. Підготовка модуля МДВВ до роботи у складі РСУ*

В даній лабораторній роботі підготовка модуля збігається з діями, що описані в лабораторній роботі №3. Тому потрібна інформація знаходиться в підрозд. 3.2.

##### *4.4.2. Параметри модуля МДВВ згідно з протоколом ОВЕН*

Параметри у приладі *МДВВ* розділяються на 2 групи: конфігураційні та оперативні.

*Конфігураційні параметри* – це параметри, які визначають конфігурацію приладу, значення, яким користувач привласнює за допомогою програми конфігурування.

Конфігураційними параметрами налаштовуються структура пристрою, визначаються мережні налаштування тощо. Значення конфігураційних параметрів зберігаються в незалежній пам'яті пристрою і зберігаються при виключенні живлення. Конфігураційні параметри мають також індекс – цифру, яка відрізняє параметри однотипних елементів. Індекс передається разом із значенням параметра.

*Оперативні параметри* – це дані, які прилад отримує або передає по мережі *RS-485*. У мережу вони передаються комп'ютером, контролером або локальним регулятором.

Оперативні параметри відображають поточний стан регульованої системи. Кожен параметр має ім'я, що складається з латинських букв (до 4), які можуть бути розділені крапками, та назву. Наприклад, *Включение фільтра дребезга контактов Tin.C*, де перший запис – назва, а *Tin.C* – ім'я. Оперативні параметри не мають індексу. Вони індексуються через мережну адресу. В табл. 4.1. наведено порядок розрахунку адрес виходів. Наприклад, для безпосереднього звернення до ВЕ є оперативний параметр *r.OE*. Нехай *Базовий адрес* пристрою (параметр *Addr*) дорівнює 16. Тоді для зчитування або запису стану першого ВЕ треба прочитати або записати *r.OE* з мережною адресою 16, для зчитування або запису стану другого ВЕ – параметр *r.OE* з мережною адресою 17 і так далі.

Таблиця 4.1 – Мережні адреси виходів модуля *МДВВ*

	Вих.1	Вих.2	Вих.3	Вих.4	Вих.5	Вих.6	Вих.7	Вих.8
Розрахунок мер. адреси	Базова адреса ( <i>Addr</i> )	<i>Addr</i> +1	<i>Addr</i> +2	<i>Addr</i> +3	<i>Addr</i> +4	<i>Addr</i> +5	<i>Addr</i> +6	<i>Addr</i> +7
Мережна адреса виходу	16	17	18	19	20	21	22	23

Тобто восьмиканальний пристрій відносно роботи з його оперативними параметрами «розпадається» на 8 одноканальних.

Кожен прилад у мережі *RS-485* повинен мати свою унікальну базову адресу. Довжина базової адреси визначається параметром *A.Len* при завданні мережних налаштувань. У адресі може бути 8 або 11 бітів. Від-

повідно, максимальне значення базової адреси при 8-бітовій адресації – 255, а при 11-бітовій – 2047. Базова адреса приладу *МДВВ* задається у програмі *Конфігуратор МДВВ* (параметр *Addr*).

За умовчанням *МДВВ* має адресу, яка дорівнює 16. Базова адреса кожного наступного приладу *МДВВ* у мережі задається за формулою: [базова адреса попереднього приладу +12]. Таким чином, під кожен прилад *МДВВ* резервується 12 мережних адрес, оскільки прилад має 12 входів та розглядається в мережі *ОВЕН* як 12 одноканальних лічильників.

#### 4.4.3. Розроблення макета АРМ оператора системи управління в SCADA-системі *TraceMode*

Для обміну даними з приладом *МДВВ* створіть та налаштуйте проєкт у середовищі *TraceMode*. Порядок дій буде наступним.

1) Після запуску інструментального середовища створіть новий проєкт у стилі *Простой*. Надайте ім'я проєкту (*lr\_4\_name.prj*) та збережіть його на ПК.

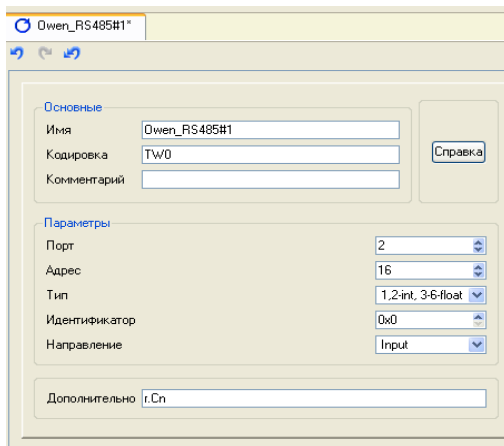


Рисунок 4.1 – Вікно налаштування компонента *Owen\_RS485*

2) Створіть та налаштуйте в шарі *Источники/Приемники* групу *PLC*, а в ній – підгрупу *OwenRS485\_Group* з компонентами *Owen\_RS485*. Спочатку відредагуйте один компонент. Для цього подвійним кліком миші відкрийте бланк налаштування компонента *Owen\_RS485*. Відкриється віконна форма, яка зображена на рис. 4.1. Поля в розділі *Основные* можна залишити без змін. У розділі *Параметры* вкажіть

номер *COM*-порту – 2 (*Увага*: номер порту вкажіть на одиницю менше, ніж номер у налаштуваннях програми для конфігурування пристрою), адреса пристрою – 16. Якщо прийняти тип та ідентифікатор – за умовчан-

ням, необхідно заповнити поле *Дополнительно*, де необхідно вписати ім'я оперативної змінної пристрою. Перелік доступних оперативних параметрів поданий в інструкції з експлуатації модуля *МДВВ*. Нижче, в табл. 4.2 наведені деякі параметри, які конфігуруються, а в табл. 4.3 – оперативні параметри протоколу *ОВЕН*.

У вікні налаштування компонента також необхідно вказати напрям передачі відносно *SCADA*-системи. Наприклад, виберіть *Input* для вхідного параметра *r.Cn*, який відповідає поточному стану дискретних входів, тобто є так званою «маскою». Таким чином, *SCADA*-система отримує двійкове двобайтове число, кожен розряд якого інформує про стан входу модуля, тобто «одиниця» еквівалентна замкненому стану дискретного входу, а «нуль» – розімкненому. Наприклад, якщо значення параметра *r.Cn* дорівнює  $1001_2 = 9_{10}$ , то це означає, що входи 1 та 4 модуля знаходяться в стані «замкнено».

Особливістю протоколу *ОВЕН* є відсутність можливості групового запиту та запису оперативних параметрів, на відміну від протоколу *ModBus*. Для АРМ оператора створіть необхідну кількість компонентів *Owen\_RS485*. Далі налаштуйте їхні параметри відповідно до даних, наведених в табл. 4.2 і 4.3, а також з урахуванням параметрів інтерфейсу обміну.

3) Створіть у вузлі *RTM* методом автопобудови канали, які відповідають *Owen\_RS485*-компонентам. Для цього перенесіть їх за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*) в групу *Канали* вузла.

4) Розроблення графічного інтерфейсу АРМ оператора системи управління та прив'язування аргументів.

У шарі *Система* при створенні проекту в стилі *Простой* автоматично створюється вузол *RTM\_1*, а в ньому – канал виклику екрана. Тому подвійним кліком миші відкрийте екран на редагування та створіть у ньому за допомогою різних графічних елементів відеокадр з полями відображення поточного стану входів та виходів. Додатково створіть поля для реалізації дискретного і ШІМ-управління дискретними виходами. Крім того, використовуйте текстуру для фону відеокадра та логотипи програмних і апаратних компонентів компаній-розробників. Також додайте поле для відображення поточного часу та дати. Для анімації поточного стану вихідних елементів використовуйте кліп «лампа-мигалка», наприклад, як це показано на рис. 4.2.

Таблиця 4.2 – Конфігураційні параметри модуля *МДВВ*

Параметр		Припустимі значення	Коментар	Заводська установка
Ім'я	Назва			
Група «Параметры дискретных выходов»				
O.ALr	Аварійне значення на ВЕ	0.0...100.0	[%]	0.0
Thpd	Період ШІМ при керуванні ВЕ по мережі	1...900	[с]	1
Група «Сетевые параметры»				
BPS	Швидкість обміну даними	0:2.4, 1:4.8, ..., 8:115.2	[кБод]	9.6
A.LEn	Довжина мережної адреси	0:8, 1:11	[біт]	8
Addr	Базова адреса пристрою	0...255 для A.Len=8 0...2047 для A.Len=11	-	16
t.out	Макс. мережний тайм-аут	0...600	[с]	20
Prot	Протокол обміну	0: OBEH 1: ModBus-RTU 2: ModBus-ASCII 3: DCON	-	OBEH

Таблиця 4.3 – Оперативні параметри протоколу *ОВЕН*

Ім'я параметра	Формат даних	Назва параметра	Індекс	Припустимі значення	Коментар
<i>r.OE</i>	<i>float24</i>	Стан ВЕ	по ВЕ	0...1.0	зчитує/записує стан ВЕ
<i>r.Cn</i>	<i>int16</i>	Поточний стан входів	немає	0...4095	лише читання
<i>r.Cou</i>	<i>int16</i>	Значення лічильника	по входах	0...65535	читання, запис «0»

		на вході			
--	--	----------	--	--	--

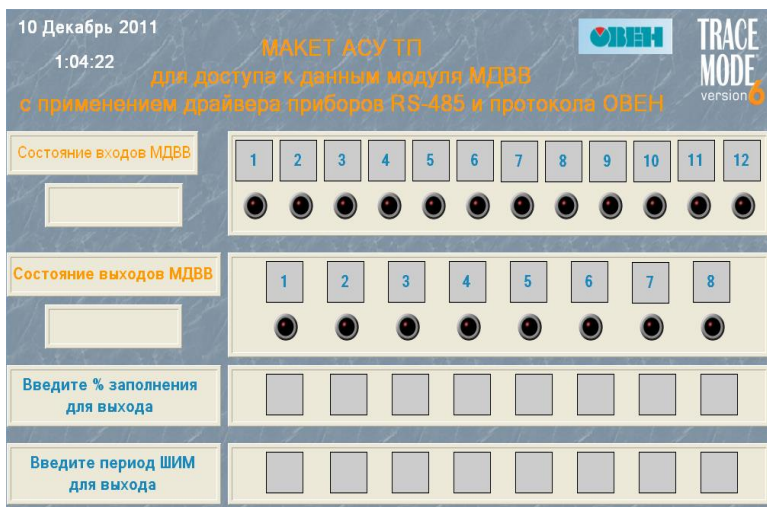


Рисунок 4.2 – Відеокадр з екраном АРМ

Для динамізації перелічених графічних об’єктів та елементів створіть таблицю аргументів екрана (рис. 4.3), зв’яжіть їх з ними за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*), а також з відповідними каналами вузла *RTM*. Крім того, створіть програму розпаковування та пакування «масок» для відображення стану входів/виходів та динамізації графічних об’єктів на екрані АРМ.

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка	Фла
ARG_000	IN	UINT		gmaska_in:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
ARG_001	IN/OUT	UINT		gmaska_out:Входное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
ARG_002	IN	BOOL		c_Программа#2:3:ARG_001 (Система.RTM_1.Каналы)	
ARG_003	IN/OUT	REAL		r_reg_out_1:Входное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
ARG_004	IN/OUT	REAL		r_reg_out_1:Входное значение (Система.RTM_1.Каналы)	
ARG_005	IN	BOOL		c_Программа#2:3:ARG_002 (Система.RTM_1.Каналы)	
ARG_006	IN	BOOL		c_Программа#2:3:ARG_003 (Система.RTM_1.Каналы)	

Рисунок 4.3 – Аргументи екрана

5) Створення компонента *COM*-порт та налаштування його властивостей.

Для здійснення доступу до даних ПЛК з використанням *COM*-порту створіть в шарі *Система* групу *COM*-порти та компонент *COM*-порт. Налаштуйте даний компонент відповідно до параметрів, які застосовані при конфігуруванні пристрою за допомогою програми. В даному випадку для доступу до даних модуля використовується інтерфейс *RS-232* та перетворювач інтерфейсів, розглянутий в лабораторній роботі №3.

б) Створення та запуск профайлера.

Збережіть проект для профайлера та запустіть середовище для його виконання, а в ньому – створений профайлер.

#### **4.5. Перевірка працездатності макетау АРМ оператора**

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність макета АРМ оператора РСУ із застосуванням модуля *МДБВ* та видаленого доступу по інтерфейсу *RS-232/RS-485*.

2) Змініте параметри зв'язку з модулем за вказівкою викладача та переналаштуйте параметри *COM*-порту у проекті *TraceMode*. Переконайтесь, що доступ до даних *МДБВ* відновлений.

3) Проведіть документування розробленого проекту в *TraceMode* для подальшого складання звіту.

4) Складіть звіт у текстовому редакторі *Microsoft Office* відповідно до правил оформлення звітів: відомості про виконавця, назву та мету роботи, схему з'єднань та параметри мережних налаштувань протоколу та параметрів *COM*-порту.

#### **4.6. Контрольні запитання**

1. Яким чином реалізований доступ до даних модуля *МДБВ* у даній лабораторній роботі?

2. Що необхідно зробити для доступу до даних з боку *SCADA*-системи за допомогою драйвера *RS-485 OBEH*?

3. Що необхідно створити у вузлі *RTM* для доступу до даних по інтерфейсу *RS-232*?

4. Перелічіть параметри модуля *МДБВ*, до яких можна реалізувати доступ за допомогою програмного драйвера *RS-485 OBEH*.

## 5. Який формат кадру протоколу *ОВЕН*?

### 5. Вивчення доступу до даних модуля *МВА ОВЕН* за протоколом *MODBUS* за допомогою *OPC*-сервера

#### 5.1. Мета роботи:

- вивчити метод доступу до даних модуля *МВА* з боку ПК з *SCADA*-системою *TraceMode* (APM) на прикладі використання *OPC*-сервера для пристроїв з інтерфейсом *RS-485* з протоколом обміну *ModBus* (*RTU* і *ASCII*);
- навчитися конфігурувати модуль *МВА* для роботи у складі РСУ;
- навчитися конфігурувати *OPC*-сервер для роботи у складі РСУ;
- навчитися конфігурувати *ModBus*-компоненти у шарі *Источники/Приемники* проекту в *TraceMode*;
- отримати практичні навички розроблення РСУ, яка складається з APM оператора, модуля та об'єкта управління.

#### 5.2. Опис стенда

Загальний вигляд стенда поданий на рис. 5.1, де виносками позначені: 1 – імітатор нагрівача; 2 – імітатор охолоджувача; 3 – імітатор аналогового сигналу (U~); 4 – імітатор аналогового сигналу (R~); 5 – модуль; 6 – імітатор аналогового сигналу для ПЛК (R~); 7 – перетворювач інтерфейсу; 8 – ПЛК; 9 – імітатор дискретних сигналів для ПЛК; 10 – імітатор дискретних сигналів для модуля; 11 – клавіша вмикавання загального живлення стенда; 12, 13 – датчики температури. Нижче наданий опис елементів стенда:

1. Імітатор нагрівача – дрововий опір у керамічному корпусі типу *ПЭВ-100* номіналом 47 Ом.
2. Імітатор охолоджувача – вентилятор обдування постійної напруги 12 В.
3. Імітатор аналогового сигналу – напруга постійного струму 0...1 В. Імітатор підключений до модуля *МВА8*.



4. Імітатор аналогового сигналу – змінний опір номіналом 0...1 кОм. Імітатор підключений до модуля *МВА8*.

5. Модуль розширення – модуль вводу аналогових сигналів *МВА8 ОВЕН*.

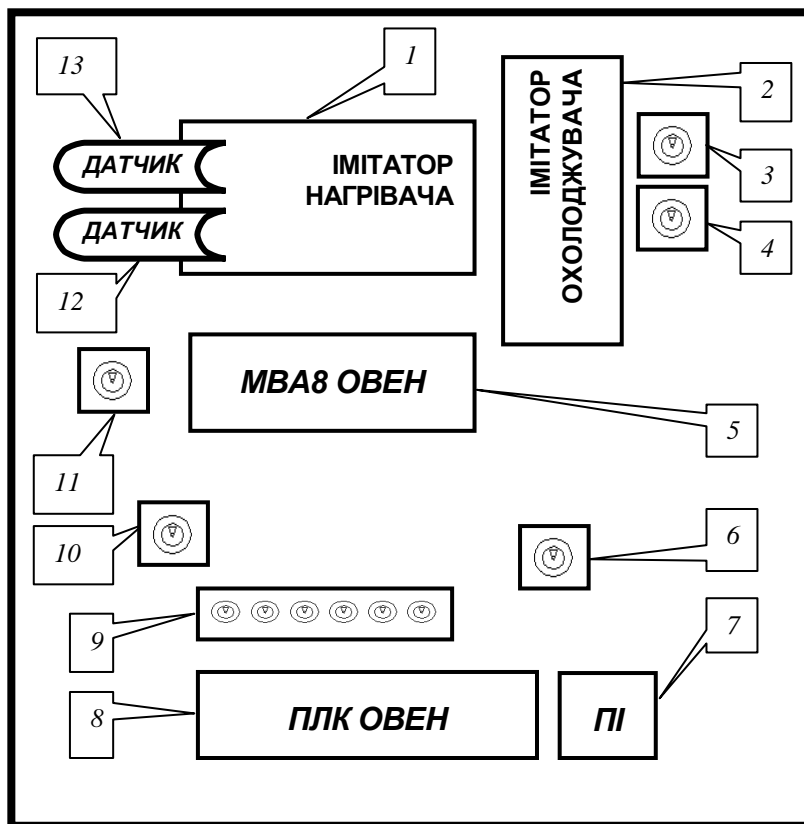


Рисунок 5.1 – Загальний вигляд стенда

6. Імітатор аналогового сигналу – змінний опір номіналом 0...1 кОм. Імітатор підключений до ПЛК.

7. Перетворювач інтерфейсів – автоматичний перетворювач інтерфейсів *USB/RS-485 AC-4 OBEH*.

8. Контролер *OBEH* моделі *ПЛК150-220.И-L* з внутрішнім джерелом живлення. Є моноблоком, що об'єднує контактні групи для підключення дискретних та аналогових сигналів вводу/виводу, а також інтерфейсами для обміну даними: *RS-232* – для завантаження програм і обміну даними з ПК, *RS-485* – для мережного обміну з іншими пристроями і *Ethernet* – для завантаження програм та обміну даними з ПК.

9. Імітатор дискретних сигналів *ЭДИ-6* для ПЛК – шість перемикачів типу «сухий контакт».

10. Імітатор дискретних сигналів для модуля – перемикач на два канали типу «сухий контакт».

11. Клавіша вмикання загального живлення стенда.

12. Датчики температури (рис. 5.1, поз. *12* та *13*) – термометр опору та термопара. Тип та модель датчиків вказані на бирці.

В табл. 5.1 подана специфікація стенду, а на рис. 5.2 – його структурна схема комунікаційних зв'язків. Принципова електрична схема стенда зображена на рис. 5.3.

Таблиця 5.1 – Специфікація елементів стенда

Змінний опір <i>R1, R3, R4</i>	<i>0...1 кОм</i>
Нагрівальний резистор <i>R2</i>	<i>ПЭВ-100, 47 Ом</i>
Датчик температури <i>TD1</i>	<i>ТСП100</i>
Датчик температури <i>TD2</i>	<i>ТХК</i>
Перемикачі <i>SW1...SW6, SW7, SW8</i>	<i>MTS-1</i>
Клавіша вмикання <i>SW9</i>	<i>220В/5А</i>
Перетворювач напруги <i>V1</i>	<i>КРЕН 7812</i>
Вентилятор обдування <i>M1</i>	<i>DC FAN 12V/0.1A</i>

Принцип роботи стенда наступний. Клавіша *SW9* призначена для вмикання загального живлення стенда. За допомогою перемикачів *SW1...SW6* на входи *DI1...6* ПЛК подаються дискретні сигнали, а за допомогою *SW7, SW8* – на входи *Bx.5* і *Bx.6* модуля. Імітатори нагрівача і охолоджувача підключені до дискретних виходів ПЛК, причому нагрівач підключений безпосередньо до релейного виходу *DO4* ПЛК, а

охолоджувач – через перетворювач напруги 24/12 В до виходу *DO3* ПЛК. Змінний опір *R1* підключений до аналогового входу *A14* ПЛК, він імітує резистивний сигнал від датчика положення засувки. Термометр опору підключений до аналогового входу модуля *Bx.4*, термopара – до аналогового входу *A13* ПЛК. Імітатор змінного опору *R3* підключений до аналогового входу *Bx.1* модуля. Він також імітує сигнал від датчика положення засувки. Імітатор напруги постійного струму, який імітує стандартний сигнал 0...1 В, підключений до аналогового входу модуля *Bx.2*. Для живлення імітатора використаний вихідний сигнал 24В вбудованого джерела живлення.

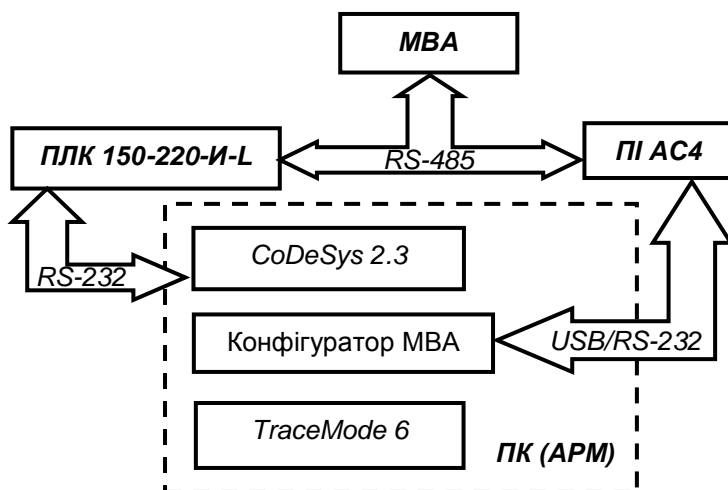


Рисунок 5.2 – Структурна схема стенда

### 5.3. Порядок виконання роботи

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

- 1) Підготовка модуля *МВА* до роботи у складі РСУ.
- 2) Конфігурування *OPC*-сервера для роботи у складі РСУ.
- 3) Розроблення макета АРМ оператора системи управління і диспетчеризації в *СКАДА*-системі *TraceMode* з візуалізацією стану аналогових входів модуля *МВА*.

### 5.4. Хід виконання роботи

#### 5.4.1 Підготовка модуля *МВА* до роботи у складі РСУ

Для інтеграції модуля *MBA* до складу PCY необхідно:

- по-перше, за допомогою програми для конфігурування модуля *MBA* налаштувати інтерфейс та протокол обміну даними з ПК;
- по-друге, провести налаштування входів відповідно до схеми стенда.

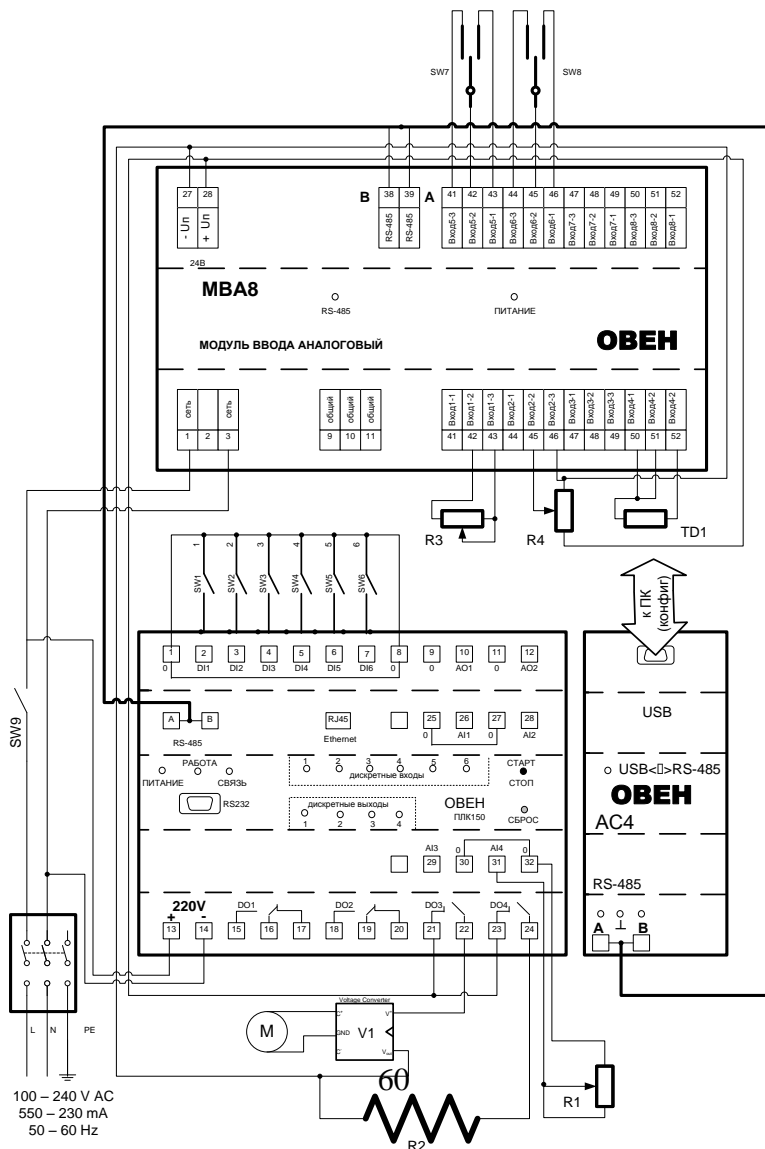


Рисунок 5.3 – Принципова схема стенда

Модуль *MBA8* – це 8-канальний універсальний вимірювальний пристрій аналогового вводу, який призначений для розподілених систем у мережі *RS-485*. Цей модуль використовується одночасно з контролерами *OBEH* або контролерами інших виробників, а також з ПК із застосуванням ПІ *RS-485/USB*. Модуль може працювати в мережі *RS-485* за наявності в ній пристрою-«майстра» (ПЛК, ПК або ПО). При цьому сам *MBA* не може бути «майстром» мережі. Цю функцію може виконувати ПК з запущеним *Runtime*-модулем, який створений у середовищі *TraceMode*.

Основні функції модуля вводу *MBA*:

- – вісім універсальних входів для підключення широкого спектру датчиків температури, тиску, вологості, витрати, рівня та інших фізичних величин;
- цифрова фільтрація і корекція вхідних сигналів, масштабування характеристик датчиків з уніфікованим вихідним сигналом;
- передача вимірюваних значень по інтерфейсу *RS-485*;
- підтримка протоколів *MODBUS (ASCII, RTU)*, *DCON*, *OBEH*;
- безкоштовна програма *Конфигуратор MBA8*:
  - для конфігурування пристрою на ПК;
  - для реєстрації поточних вимірювань.

На рис. 5.4 показана функціональна схема пристрою та варіанти його використання в системі управління технологічним процесом.

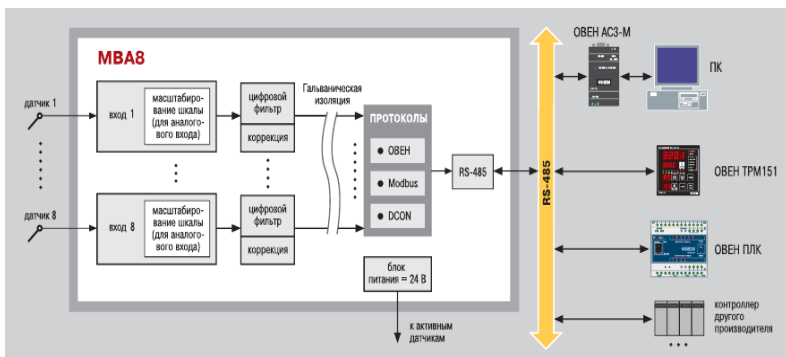


Рисунок 5.4 – Функціональна схема приладу *MBA8*

У *MBA8* встановлений модуль інтерфейсу *RS-485*, що дозволяє:

- конфігурувати пристрої на ПК;
- передавати в мережу поточні значення вимірюваних параметрів, а також будь-яких програмованих параметрів.

Оскільки пристрій не може працювати в мережі без «майстра», роль ведучого пристрою в мережі *RS-485* може виконувати ПК, ПО або ПЛК. Підключення модуля до ПК проводиться через ПП *АС-3М* або *АС4 OBEH*.

Для мережного обміну з модулем користувач може вибрати один з протоколів: *OBEH*, *Modbus-RTU*, *Modbus-ASCII* або *DCON*. Конфігурування модуля здійснюється лише за протоколом *OBEH*. Підтримка поширених протоколів *Modbus* і *DCON* дозволяє *MBA8* працювати в одній мережі з контролерами та модулями як фірми *OBEH*, так і інших виробників.

*Примітка.* Оскільки конфігурування модуля здійснюється лише за протоколом *OBEH*, то при установленні зв'язку з пристроєм програма *Конфігуратор MBA* посилає спеціальне повідомлення, що переводить його на роботу по мережному протоколу *OBEH*. Для переходу пристрою на роботу за протоколом, що вказаний в параметрі *Prot* після завантаження конфігурації необхідно вимкнути та увімкнути модуль.

Модуль оснащений вісьма універсальними входами, до яких у довільній комбінації можуть бути підключені будь-які з наступних первинних перетворювачів (датчиків):

- термоперетворювачі опору мідні та платинові: TCM/ТСП 50, 100, 500, 1000 Ом, нікелеві ТСН 100, 500, 1000 Ом;
- термоелектричні перетворювачі (термопари): ТХК(Л), ТХА(К), ТНН(Н), ТЖК(Ж), ТПП(Р), ТПП(С), ТПР(В), ТВР(АА1), ТВР(АА2), ТВР(АА3), ТМК(Т);

- активні датчики з уніфікованим вихідним сигналом струму 0...5 мА, 0(4)...20 мА або напруги –50...+50 мВ, 0...1 В;
- елементи та пристрої, що мають «сухий» контакт (до кожного входу можна підключити по два таких пристрої);
- датчики положення засувки з резистивним або струмовим виходом.

Модуль має вісім цифрових фільтрів, які працюють незалежно один від одного та призначені для зменшення впливу зовнішніх перешкод. Параметри цифрових фільтрів задаються при програмуванні модуля. Модуль оснащений імпульсним блоком живлення (БП). До складу БП входить додаткове джерело постійного струму, яке гальванічно ізольоване від решти елементів схеми та призначене для живлення активних датчиків.

На рис.5.5 показані номери контактів та схема підключення модуля до системи управління, а на рис.5.6 (а, б, в, г, д) – варіанти підключення датчиків до універсальних входів.

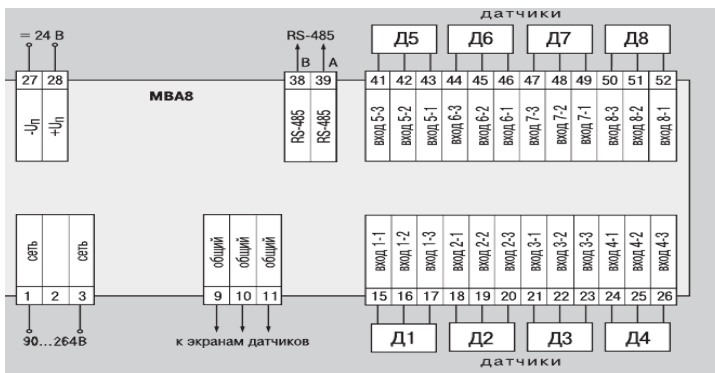


Рисунок 5.5 – Функціональна схема пристрою MVA8

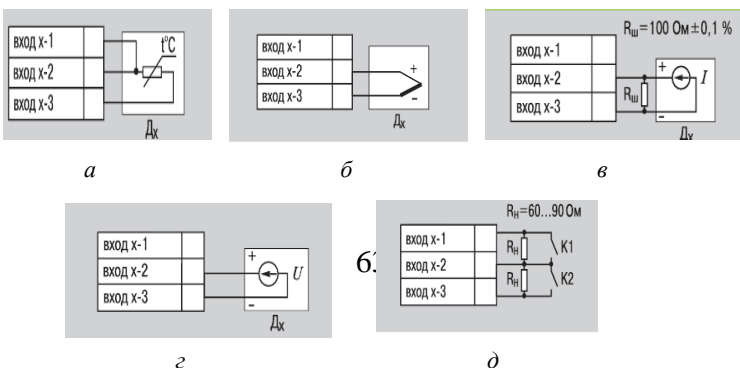


Рисунок 5.6 – Схеми підключення датчиків до модуля

При опитуванні датчика типу «сухий контакт» його стан описується цілим числом від 1 до 4. Розшифровка цих чисел наведена в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розшифровка станів контактного датчика

Значення датчика	Стан контакту «1»	Стан контакту «2»
<b>1</b>	Розімкнений	Розімкнений
<b>2</b>	Замкнений	Розімкнений
<b>3</b>	Розімкнений	Замкнений
<b>4</b>	Замкнений	Замкнений

#### 5.4.1.1. Порядок підключення модуля *MBA* до ПК.

Для підключення до ПК приладів з інтерфейсом *RS-485* використовують перетворювачі інтерфейсів:

- *OBEH AC3-M* – автоматичний ПІ *RS-232/RS-485*;
- *OBEH AC4* – автоматичний ПІ *USB/RS-485* (установлений на стенді).

стенді).

Можливо також використання ПІ сторонніх виробників.

Максимальна кількість каналів відображення для одного порту складає 256. Без використання засобів посилення сигналу до перетворювача *AC3-M* або *AC4* можна підключати до 32 пристроїв, з використанням підсилювача – до 256.

Схема підключення пристроїв *OBEH* з інтерфейсом *RS-485* через ПІ *AC4* показана на рис. 5.7.

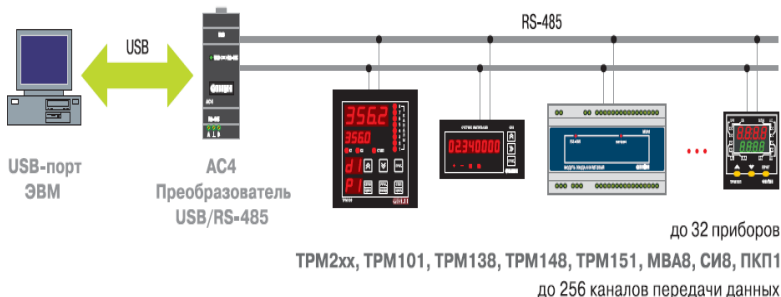



Рисунок 5.7 – Схеми підключення пристроїв *OBEH* до ПК

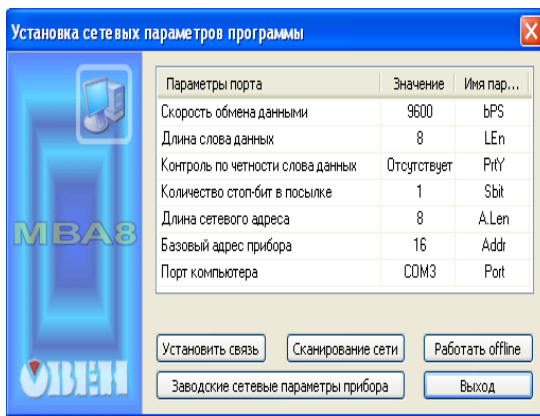


5.4.1.2. Налаштування зв'язку з модулем *MBA8* та його конфігурування.

Для підготовки модуля *MBA8* необхідно підключити його через ПІ *USB/RS-485 AC4 OVEN* (або аналогічний) до ПК та підключити до нього живлення.

Конфігурування модуля за допомогою програми *Конфигуратор MBA8* – це налаштування мережних параметрів та мережного інтерфейсу (конфігурація приладу – це повний набір значень параметрів пристрою, що визначає його роботу). Для запуску програми можна використати ярлик  або програму можна запустити через меню *Пуск* у вкладці *OWEN* вибравши програму *Конфигуратор MBA8* у відповідній теці.

Основні можливості та порядок роботи з програмою *Конфигуратор MBA8* можна побачити у довідці до програми або в керівництві з експлуатації модуля.



Після запуску програми у вікні налаштування мережних параметрів (рис.5.8) необхідно задати мережні параметри для модуля, щоб драйвер міг зчитувати поточні параметри через адаптер *AC4 OVEN*:

Рисунок 5.8 – Вікно налаштування мережних параметрів модуля *MBA*

- швидкість обміну даними – 9600 біт/с;
- довжина поля даних – 8 біт;
- контроль парності поля даних – відсутній;
- кількість стоп-біт в посилці – 1 біт;
- довжина мережної адреси складає 8 біт;
- базова адреса модуля дорівнює 16;
- порт ПК – COMx, де  $x=1 \dots n$ .

*Примітка.* Якщо робота виконується на ПК, до якого стенд не підключений, то необхідно вибрати команду *Работать OFFLINE*. Номер COM-порту ПК призначити виходячи з параметрів меню ПК *Панель управления* (COM-порт емулюється на фізичному USB-порті ПК).

На рис. 5.9 показаний зовнішній вигляд головного вікна програми з розгорнутим слотом мережних налаштувань.

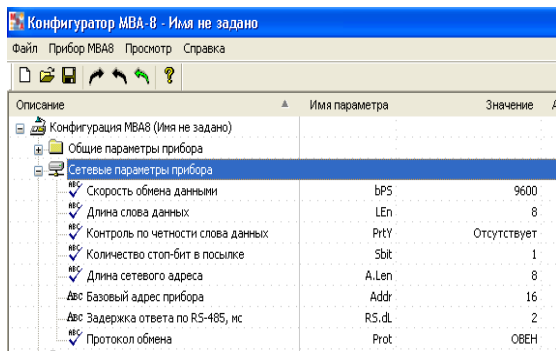


Рисунок 5.9 – Вікно програми-конфігуратора *MBA8*

У вікні програми-конфігуратора *MBA8* для протоколу *Modbus* замінити параметр *Prot* на потрібний (*Modbus-RTU*), а інші параметри – залишити без змін (див. рис.5.9).

Далі, згідно з довідкою та керівництвом з експлуатації, проведіть конфігурування вхідних каналів модуля відповідно до принципової схеми стенда (див. рис. 5.2).

#### 5.4.1.3. Обмін за протоколом *ModBus*. Опис параметрів.

Робота приладу за протоколом *Modbus* може йти в режимах *ASCII* або *RTU*, залежно від значення параметра *Prot* (див. рис.5.9). За протоколом *Modbus* можна рахувати кількість вимірювань кожного входу, час

Для зв'язку модуля *MBA* з ПК у складі РСУ необхідно вибрати необхідний інтерфейс та протокол обміну. Оскільки передбачається доступ до даних модуля із застосуванням OPC-сервера для пристроїв *OBEH* за протоко-

вимірювання та його статус. Зчитування йде стандартними для протоколу командами читання групи регістрів (команда номер 03 або 04).

Результати вимірювання подаються у двох форматах: 4-байтових значеннях з плаваючою крапкою (без часу) і 2-байтове ціле. Ціле число – це результат вимірювання, поділене на 10 у ступені, заданому параметром *dp*. Обидва формати можна рахувати незалежно, кожний за своєю адресою (див. дані табл. 5.3).

Час вимірювання – це циклічний час з кроком 0,01 с, яке передається у двох байтах. Час точно відповідає часу проведення вимірювання в даному каналі та при роботі з ним (наприклад, при обчисленні диференціальної складової при ПІД-регулюванні) можна не враховувати затримку передачі по мережі RS-485. Відлік циклічного часу починається при увімкненні пристрою і кожні 65536 тактів (що відповідає 655,36 с) час обнуляється. Статус вимірювання – це регістр протоколу *Modbus*; значення в регістрі містить код похибки.

#### *5.4.2. Конфігурування OPC-сервера пристроїв з протоколом ModBus для роботи у складі PCU*

Дана програма призначена для опитування та керування пристроями, які підтримують протокол *Modbus-RTU* або *Modbus-ASCII*. Програма послідовно опитує дані пристроїв. Експорт та здійснює імпорт даних в OPC-клієнти, якими можуть бути SCADA-системи. Технологія OPC є стандартом для обміну даними між драйверами промислових контролерів і SCADA-системами.

Щоб запустити OPC-сервер, можна використовувати ярлик або програму можна запустити через меню *Пуск* у вкладці *OWEN*, вибравши програму *OPC-сервер для приборів с інтерфейсом RS-485 и протоколом ModBus* в теці *OPC drivers(beta)*.

У вікні програми, що відкрилося, за допомогою контекстного меню послідовно додайте COM-порт, тип пристрою та змінну для обміну. При цьому для кожного елемента (порт, тип пристрою і тег) у полі справа налаштуйте їх властивості відповідно до екранних форм, зображених на рис.5.10, 5.11, 5.12.

Основні можливості і порядок роботи з програмою можна побачити в довідці до програми. При створенні модуля *MBA* формуються 8 вимірю-

вальних каналів. При цьому, в простір тегов *OPC*-сервера експортується гілка, яка містить наступні елементи:

Таблиця 5.3 – Адреси каналів модуля відповідно до протоколу *ModBus*

Параметр	Тип	Адреса регістра	
		<i>HEX</i>	<i>DEC</i>
Положення десяткової крапки в цілому значенні для <i>Входа 1</i> (параметр <i>DP</i> )	<i>Int16</i>	<i>0000</i>	<i>0</i>
Ціле значення <i>Входа 1</i> із зсувом	<i>Int16</i>	<i>0001</i>	<i>1</i>
Статус вимірювання <i>Входа 1</i>	<i>Int16</i>	<i>0002</i>	<i>2</i>
Циклічний час вимірювання <i>Входа 1</i>	<i>Int16</i>	<i>0003</i>	<i>3</i>
Значення <i>Входа 1</i> в уявленні <i>REAL</i>	<i>Float32</i>	<i>0004, 0005</i>	<i>4, 5</i>
Положення десяткової крапки в цілому значенні для <i>Входа 2</i> (параметр <i>DP</i> )	<i>Int16</i>	<i>0006</i>	<i>6</i>
Ціле значення <i>Входа 2</i> із зсувом	<i>Int16</i>	<i>0007</i>	<i>7</i>
Статус вимірювання <i>Входа 2</i>	<i>Int16</i>	<i>0008</i>	<i>8</i>
Циклічний час вимірювання <i>Входа 2</i>	<i>Int16</i>	<i>0009</i>	<i>9</i>
Значення <i>Входа 2</i> в уявленні <i>REAL</i>	<i>Float32</i>	<i>000A, 000B</i>	<i>10, 11</i>
...			
Положення десяткової крапки в цілому значенні для <i>Входа 8</i> (параметр <i>DP</i> )	<i>Int16</i>	<i>002A</i>	<i>42</i>
Ціле значення <i>Входа 8</i> із зсувом	<i>Int16</i>	<i>002B</i>	<i>43</i>
Статус вимірювання <i>Входа 8</i>	<i>Int16</i>	<i>002C</i>	<i>44</i>
Циклічний час вимірювання <i>Входа 8</i>	<i>Int16</i>	<i>002D</i>	<i>45</i>
Значення <i>Входа 8</i> в уявленні <i>REAL</i>	<i>Float32</i>	<i>000E, 000F</i>	<i>46, 47</i>

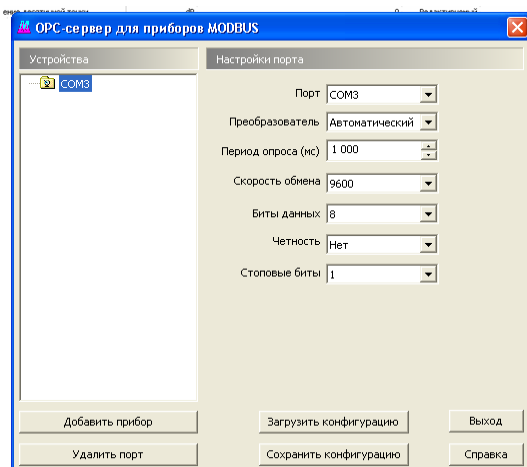


Рисунок 5.10 – Вікно налаштування порту  
OPC-сервера

*dot* – положення  
десятикової крапки;

*stat* – значення  
параметру *int*;

*temp* – статус «0»  
– ОК, «1» – код похи-  
бки;

*time* – циклічний  
час з вимірювача;

*tint* – ціле зна-  
чення параметру.

Отже, для налаш-  
тування властивостей  
COM-порту необхідно

використовувати мережні налаштування, ідентичні налаштуванням  
програми конфігурування модуля (рис. 5.10).

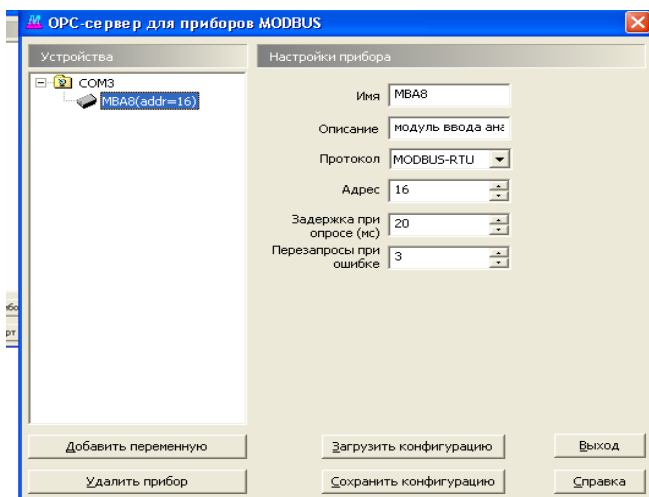


Рисунок 5.11 – Вікно налаштування пристрою в OPC-сервері

При налаштуванні властивостей модулю вкажіть наступні параметри:

- задайте нове ім'я або залиште за умовчанням *dev1*;
- у полі *Описание* можна внести коментар;
- у полі *Протокол* вибрати з випадаючого списку по натисненню на символ «▼» протокол і режим (*Modbus-RTU*);
- адреса пристрою має відповідати мережним налаштуванням програми для конфігурування пристрою;
- затримку при опитуванні та кількість повторів залиште за умовчанням без змін.

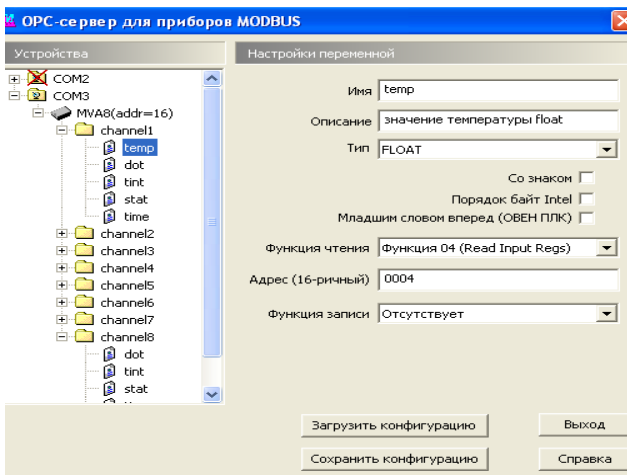


Рисунок 5.12 – Вікно налаштування змінної OPC-сервера

Налаштуйте властивості змінної. Для цього надайте змінній ім'я, дайте коментар та вкажіть тип змінної з випадаючого списку по натисненню на символ «▼». Мітки в поля *Со знаком*, *Порядок байт Intel*, *Младшим словом вперед (ОВЕН ПЛК)* не встановлюйте, оскільки вони указують на специфічні властивості змінних. Для кожної змінної необхідно вказати функції читання, записи та адресу.

Після проведення всіх налаштувань збережіть конфігурацію та закрийте програму налаштування OPC-сервера.

#### 5.4.3. Розроблення макета АРМ оператора системи управління в SCADA-системі TraceMode.

Для обміну даними з пристроєм *MBA* створіть та налаштуйте проект у середовищі *TraceMode*. Порядок дій буде наступний.

1) Після запуску середовища створіть новий проект у стилі *Простой*. Надайте ім'я проекту (*lr\_5\_name.prj*) та збережіть його.

2) Створіть та налаштуйте в шарі *Источники/Приемники OPC-групу*, а в ній *OPC-сервер* з *OPC-компонентами*. Всього створіть 8 компонентів для доступу до 8-ми каналів модуля.

Налаштуйте кожен *OPC-компонент*. Для цього подвійним кліком миші відкрийте бланк налаштування компонента. Відкриється вікно, зображене на рис. 5.13. Поля в розділі *Основные* можна залишити без

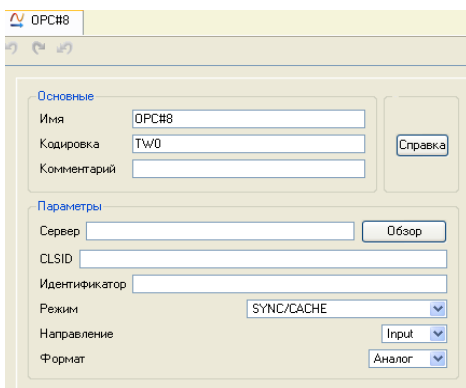


Рисунок 5.13 – Вікно налаштувань параметрів *OPC-компонента*

змін. Після кліка по кнопці *Обзор* у розділі *Параметры* на екрані з'являється вікно *OPC-Браузера* з діалогом вибору *OPC-сервера* і його каналів для прив'язки. Виберіть у лівому полі із списку потрібний *OPC-сервер* – *OWEN.MOVBUS*, а в правому – потрібну змінну. Натисніть кнопку *Готово*. При цьому автоматично заповнюватися поля *Сер-*

*вер*, *CLSID* та *Идентификатор*. Далі вкажіть режим, напрям та формат змінної виходячи з її типу та призначення. Приклад заповнення бланка для набуття значення змінної першого каналу поданий на рис. 5.14. Налаштування решти компонентів проведіть аналогічно, відповідно до типу підключеного датчика (див. рис. 5.2).

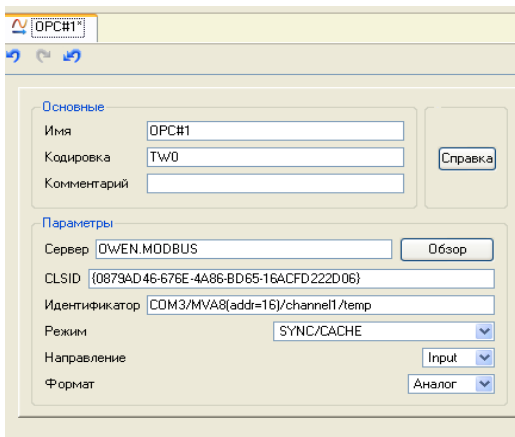


Рисунок 5.14 – Бланк налаштування параметрів OPC-компонента

3) Створіть у вузлі *RTM* методом автотопобудови канали, які відповідають *OPC*-компонентам. Для цього перенесіть їх за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*) у групу *Канали*.

4) Розроблення графічного інтерфейсу АРМ оператора системи управління та прив'язування аргументів.

У шарі *Система* при створенні проекту в стилі *Простой* автоматично створюється вузол *RTM\_1*, а в ньому – канал виклику екрана. Тому подвійним кліком миші відкрийте екран на редагування та створіть у ньому за допомогою різних графічних елементів відеокادر з полями відображення поточного стану каналів модуля *MBA*. Використовуйте текстуру для фону відеокадру та логотипи програмних і апаратних компонентів компаній-розробників. Також додайте поле для відображення поточного часу і дати. Для анімації поточного стану входів з дискретними датчиками «сухий контакт» елементів використовуйте кліп «лампа-мигалька», наприклад, як це показано на рис. 5.15.

Для динамізації перерахованих графічних об'єктів і елементів створіть таблицю аргументів екрана (рис. 5.16), зв'яжіть їх з ними за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*), а також з відповідними каналами вузла *RTM*.

5) Створення та запуск профайлера.

Збережіть проект для профайлера та запустіть середовище для його виконання, а в ньому – створений профайлер.



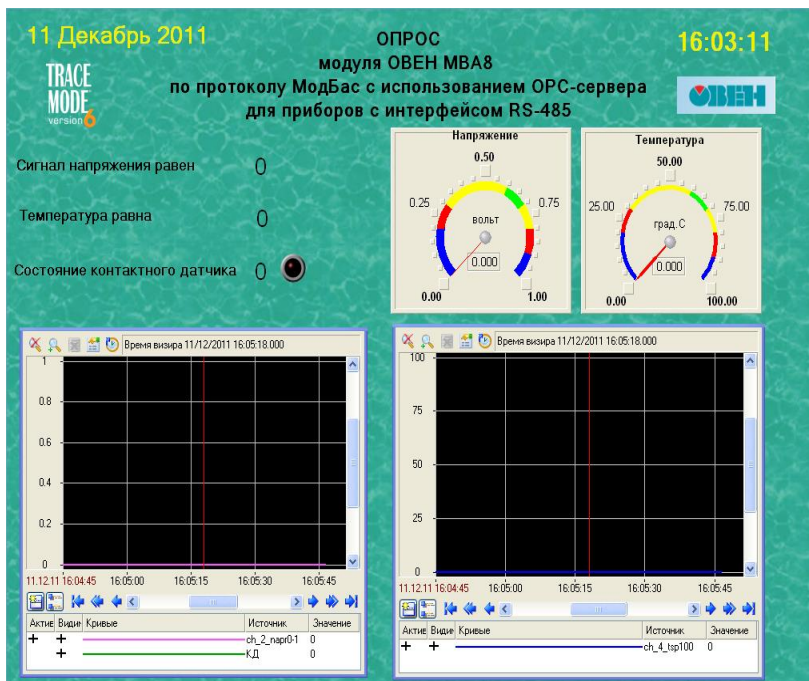


Рисунок 5.15 – Видеокادر з экраном АРМ

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка
ch_2_napr0-1_R	IN	REAL		ch_2_napr0-1:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
ch_4_tsp100_R	IN	REAL		ch_4_tsp100:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
ch_5_R	IN	REAL		ch_5:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)

Рисунок 5.16 – Аргументи экрана

## 5.5. Перевірка працездатності макета АРМ оператора

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність макета АРМ оператора РСУ із застосуванням модуля розширення *MBA* та доступу по інтерфейсу *RS-232/RS-485*.

2) Замініть параметри зв'язку з модулем за вказівкою викладача та переналаштуйте параметри *OPC*-сервера та *COM*-порту у проекті *TraceMode*. Переконайтеся, що доступ до даних *MBA* відновлений.

3) Проведіть документування розробленого проекту в *TraceMode* для подальшого складання звіту.

4) Складіть звіт у текстовому редакторі *Microsoft Office* відповідно до правил оформлення звітів. В ньому укажіть: відомості про виконавця, назву та мету роботи, схему з'єднань і параметри мережних налаштувань протоколу, параметри роботи *COM*-порту та *OPC*-сервера.

### **5.6. Контрольні запитання**

1. Яким чином реалізований доступ до даних модуля в даній лабораторній роботі?

2. Що необхідно зробити для доступу до даних з боку клієнта – *SCADA*-системи за допомогою *OPC*-сервера для пристроїв з інтерфейсом *RS-485*?

## **6. Вивчення доступу до даних модуля *MBA* із застосуванням драйвера для пристроїв з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *OBEH***

### **6.1. Мета роботи:**

- вивчити порядок доступу до даних модуля *MBA* на прикладі використання програмних драйверів для пристроїв з інтерфейсом *RS-485* та протоколом обміну *OBEH*;
- навчитися конфігурувати модуль *MBA* для роботи у складі РСУ;
- навчитися конфігурувати компоненти *Owen\_RS485* у шарі *Источники/Приемники* проекту у *SCADA*-системі *TraceMode*;
- отримати практичні навички розробки РСУ, що складається з АРМ оператора, модуля та об'єкта управління.

### **6.2. Опис стенда**

В даній лабораторній роботі використовується той же стенд, що описаний у розд. 5. Тому всю потрібну інформацію про склад та прин-

цип роботи стенда можна отримати в підрозд. 5.2. Тобто, загальний вигляд стенда поданий на рис. 5.1. Також на рис. 5.3 показана принципова електрична схема стенда, а в табл. 5.1 – його специфікація. Структурна схема комунікаційних зв'язків стенда зображена на рис. 5.2. Необхідні відомості про побудову та характеристики модуля *MBA* наведені в підрозд.5.4.

### 6.3. Порядок виконання роботи

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

- 1) Підготовка модуля *MBA* до роботи у складі РСУ.
- 2) Розробка макета APM оператора системи управління і диспетчеризації у *SCADA*-системі *TraceMode* з візуалізацією стану аналогових входів модуля *MBA*.


### 6.4. Хід виконання роботи

#### 6.4.1. Підготовка модуля *MBA* до роботи у складі РСУ

В даній лабораторній роботі підготовка модуля збігається з діями, описаними в лабораторній роботі №5. Тому потрібну інформацію можна знайти у п. 5.4.1.

6.4.1.1. Налаштування зв'язку з модулем *MBA8 OWEN* та його конфігурування.

Для підготовки модуля *MBA8* необхідно підключити його через ПІ *USB/RS-485 AC4 OWEN* (або аналогічний) до ПК та підключити до нього живлення.

Конфігурування модуля за допомогою програми *Конфигуратор MBA8* – це налаштування мережних параметрів та мережного інтерфейсу (конфігурація приладу – це повний набір значень параметрів пристрою, що визначає його роботу). Для запуску програми можна використати ярлик  або програму можна запустити через меню *Пуск* у вкладці *OWEN*, вибравши програму *Конфигуратор MBA8* у відповідній теці.

Основні можливості та порядок роботи з програмою *Конфигуратор MBA8* можна побачити у довідці до програми або в керівництві з експлуатації модуля.

Після запуску програми у вікні налаштування мережних параметрів (рис.6.1) необхідно задати мережні параметри для модуля, щоб драйвер міг зчитувати поточні параметри через адаптер *АС4 ОВЕН*:

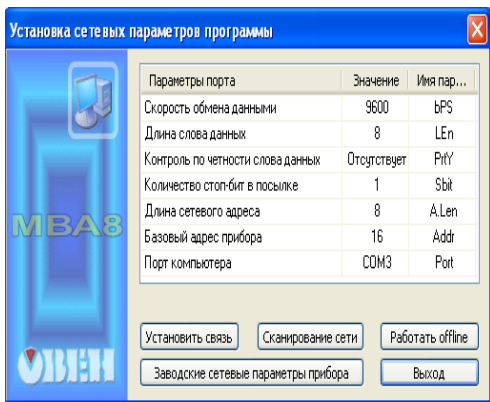


Рисунок 6.1 – Вікно налаштування мережних параметрів модуля *MBA*

- швидкість обміну даними – 9600 біт/с;
- довжина поля даних – 8 біт;
- контроль парності поля даних – відсутній;
- кількість стоп-біт у кадрі – 1 біт;
- довжина мережної адреси складає 8 біт;
- базова адреса модуля дорівнює 16;
- порт ПК –

*COM*<sub>*x*</sub>, де *x* = 1 ... *n*.

*Примітка.* Якщо робота виконується на ПК, до якого стенд не підключений, то необхідно вибрати команду *Работать OFFLINE*. Номер *COM*-порта ПК призначити виходячи з параметрів меню ПК *Панель управления* (*COM*-порт емулюється на фізичному *USB*-порті ПК).

На рис. 6.2 показаний зовнішній вигляд головного вікна програми з відкритим слотом мережних налаштувань.

Для зв'язку модуля *MBA* з ПК у складі РСУ необхідно вибрати необхідний інтерфейс та протокол обміну. Оскільки передбачається доступ до даних модуля з боку *SCADA*-системи *TraceMode* із застосуванням драйвера для пристроїв *ОВЕН*, залиште параметри без змін (див. рис.6.2).

Далі, згідно з довідкою та керівництвом з експлуатації, проведіть конфігурування вхідних каналів модуля відповідно до принципової схеми стенда (див. рис. 5.2).

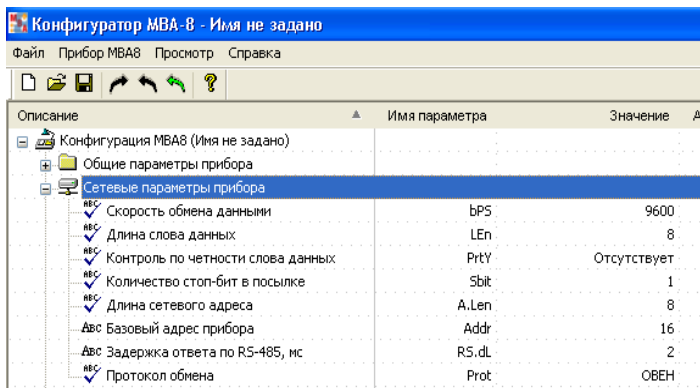


Рисунок 6.2 – Вікно програми-конфігулятора *MBA8*

#### 6.4.1.2. Параметры модуля *MBA*.

Параметры у приладі *MBA* розділяються на 2 групи: конфігураційні та оперативні.

*Конфігураційні параметри* – це параметри, що визначають конфігурацію приладу, тобто значення, які користувач призначає за допомогою програми-конфігулятора.

Конфігураційними параметрами налаштовується структура пристрою, визначаються мережні параметри тощо. Значення конфігураційних параметрів містяться в незалежній пам'яті модуля та зберігаються при виключенні живлення пристрою. Конфігураційні параметри мають також індекс – цифру, що відрізняє параметри однотипних елементів. Індекс передається разом із значенням параметра.

*Оперативні параметри* – це дані, які пристрій отримує або передає по мережі *RS-485*. В мережу вони передаються комп'ютером, контролером або локальним регулятором.

Оперативні параметри відображають поточний стан об'єкта управління. Кожен параметр має назву та ім'я, яке складається з латинських букв (до 4).

Оперативні параметри не мають індекса. Вони індексуються через мережну адресу. При роботі за протоколом *OVEN* в приладі *MBA*

використовується єдиний оперативний параметр *rEAd*, який застосовують для передавання результату вимірювань одного входу пристрою. Тип даних параметра *rEAd* – число з плаваючою крапкою (тип *Float*) з модифікатором часу. Для отримання значень з кожного з восьми входів *MBA8* необхідно використовувати параметр *rEAd* разом з відповідною мережною адресою пристрою. Для обміну даними слід занести у список опитування майстра мережі *OBEH*: ім'я оперативного параметра, його тип даних та адресу. Ці ж відомості необхідно вказати в мережних параметрах пристрою-одержувача (наприклад, це може бути ПК зі *SCADA*-системою).

Кожен прилад у мережі *RS-485* повинен мати свою унікальну базову адресу. Довжина базової адреси визначається параметром *A.Len* при завданні мережних налаштувань. У адресі може бути 8 або 11 біт. Відповідно максимальне значення базової адреси при 8-бітовій адресації – 255, а при 11-бітовій адресації – 2047. Базова адреса приладу *MBA* задається у програмі *Конфігуратор MBA* (параметр *Addr*).

При цьому кожен вхід *MBA* має власну мережну адресу. Таким чином, модуль займає вісім адрес в адресному просторі мережі *RS-485*. Адреси модуля повинні слідувати підряд, для зручності задається тільки базова адреса, яка відповідає адресі першого входу *MBA*. Далі адреса наступного входу збільшується на одиницю. Тобто 8-канальний пристрій стосовно роботи з його оперативними параметрами «розпадається» на 8 одноканальних пристроїв. Наприклад, для модуля з базовою адресою – 16 (параметр *Addr*) у табл. 6.1 показаний розрахунок адрес усіх 8 каналів модуля.

Таблиця 6.1 – Мережні адреси входів модуля *MBA*

Параметр	<i>Bx.1</i>	<i>Bx.2</i>	<i>Bx.3</i>	<i>Bx.4</i>	<i>Bx.5</i>	<i>Bx.6</i>	<i>Bx.7</i>	<i>Bx.8</i>
Розрахунок мережної адреси	Базова адреса ( <i>Addr</i> )	<i>Addr</i> +1	<i>Addr</i> +2	<i>Addr</i> +3	<i>Addr</i> +4	<i>Addr</i> +5	<i>Addr</i> +6	<i>Addr</i> +7
Мережна адреса входу	16	17	18	19	20	21	22	23

Параметри модуля *MBA* згруповані за наступними типами: загальні, програмовані та оперативні. У табл. 6.2 подані оперативні параметри приладу *MBA* та їхні деякі характеристики, які буде опитувати *SCADA*-система.

Таблиця 6.2 – Оперативні параметри модуля *MBA*

Ім'я	Назва	Формат даних	Примітка
<i>rEAd</i>	вимірюваний параметр	число з плаваючою крапкою ( <i>Float</i> ) + модифікатор часу	при штатній ситуації – 6 байт; вимір. параметр – 4 байта; час виміру 0,01 с (лише читання) – 2 байта
<i>dP</i>	зміщення десят. точки	0, 1, 2, 3	задається для кожного каналу окремо

#### 6.4.2. Розроблення макета АРМ оператора системи управління у *SCADA*-системі *TraceMode*

Для обміну даними з модулем *MBA* створіть та налаштуйте проєкт у середовищі *TraceMode*. Порядок дій буде наступний.

1) Після запуску інструментального середовища створіть новий проєкт у стилі *Простой*. Привласніть ім'я проєкту (*lr\_6\_name.prj*) та збережіть його на ПК.

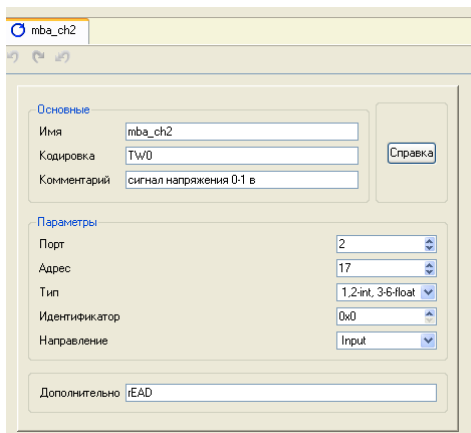


Рисунок 6.3 – Вікно налаштування компоненту *Owen\_RS485*

2) Створіть і налаштуйте в шарі *Источники/Приемники PLC*-групу, а в ній підгрупу – *OwenRS485\_Group* з компонентами *Owen\_RS485*. Спочатку відредагуйте один компонент. Для цього подвійним кліком миші відкрийте бланк налаштування компонента *Owen\_RS485*. Відкриється віконна форма, яка зображена на рис. 6.3. Зони для заповнення в роз-

ділі *Основные* можна залишити без змін. У розділі *Параметры* вкажіть номер *COM*-порту – 2 (*Увага*: номер порту вкажіть на одиницю менше, ніж номер у налаштуваннях програми-конфігуратора модуля *MBA*), адреса приладу – 17 (оскільки опитується другий канал пристрою з базовою адресою, яка дорівнює 16). Якщо вказати тип та ідентифікатор – за умовчанням, необхідно заповнити поле *Дополнительно*, де необхідно вписати ім'я оперативної змінної пристрою. Перелік доступних оперативних параметрів поданий в інструкції з експлуатації модуля *MBA* (див. табл. 6.2). У вікні налаштування також необхідно вказати напрям передачі компонента відносно до *SCADA*-системи. Наприклад, виберіть *Input* для вхідного параметра *rEAd*, який є поточним значенням параметра на вході модуля.

Для *APM* оператора створіть необхідну кількість компонентів *Owen\_RS485*. Далі налаштуйте їхні параметри відповідно до даних, що наведені в табл. 6.2, а також з урахуванням параметрів інтерфейсу обміну.

3) Створіть у вузлі *RTM* методом автопобудови канали, відповідні *Owen\_RS485*-компонентам. Для цього перенесіть їх за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*) у групу *Канали* вузла *RTM*.

4) Розроблення графічного інтерфейсу *APM* оператора системи управління та прив'язування аргументів.

У шарі Система при створенні проекту в стилі Простой автоматично створюється вузол *RTM\_1*, а в ньому – канал виклику екрану. Тому подвійним кліком миші відкрийте екран на редагування та створіть у ньому за допомогою різних графічних елементів відеокادر з полями відображення поточного стану каналів модуля *MBA*. Використовуйте текстуру для фону відеокадру та логотипи програмних і апаратних компонентів компаній-розробників. Також додайте поле для відображення поточного часу та дати. Для анімації поточного стану входів з дискретними датчиками «сухий контакт» елементів використовуйте кліп «лампа-мигалка», наприклад, як це показано на рис. 6.4.

Для динамізації вказаних графічних об'єктів і елементів створіть таблицю аргументів екрана (див. рис. 6.5), зв'яжіть їх з ними, використовуючи мишу (спосіб *drag-and-drop*), а також з відповідними каналами вузла *RTM*.



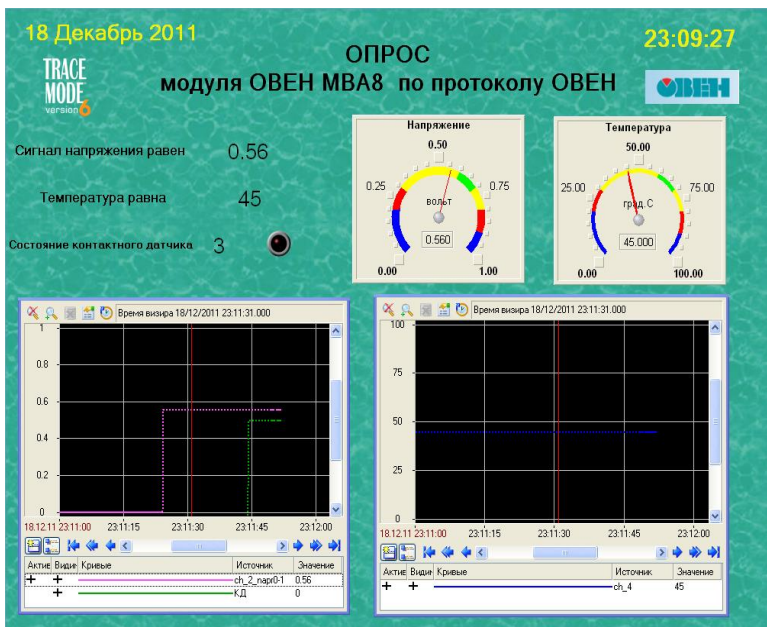


Рисунок 6.4 – Відеокадр з екраном АРМ

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка
ch_2_napr0_1_R	IN	REAL		ch_2_napr0_1:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
ch_4_tsp100_R	IN	REAL		ch_4_tsp100:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
ch_5_R	IN	REAL		ch_5:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)

Рисунок 6.5 – Аргументи екрана

5) Створення компонента COM-порт та налаштування його властивостей.

Для здійснення доступу до даних ПЛК з використанням *COM*-порту створіть у шарі *Система* групу *COM*-порти, а в ній – компонент *COM*-порт. Налаштуйте даний компонент відповідно до параметрів, що застосовані при реалізації доступу через програму конфігурування

модуля *MBA* (див. рис. 6.1). У даному випадку для доступу до даних модуля використовується інтерфейс *RS-232* та ПІ, розглянутий раніше.

6) Створення та запуск профайлера.

Збережіть проект для профайлера та запустіть середовище для його виконання, а в ньому – створений профайлер.

### **6.5. Перевірка працездатності макета АРМ оператора**

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність макета АРМ оператора РСУ із застосуванням модуля розширення *MBA* та видаленого доступу по інтерфейсу *RS-232/RS-485*.

2) Проведіть документування розробленого проекту в *TraceMode* для подальшого складання звіту.

3) Складіть звіт у редакторі *Microsoft Office* відповідно до правил оформлення звітів: відомості про виконавця, назву та мету роботи, схему з'єднань, параметри мережних налаштувань протоколу та *COM*-порту.

### **6.6. Контрольні запитання**

1. Яким чином реалізований доступ до даних модуля *MBA* в лабораторній роботі?

2. Перелічіть параметри модуля, до яких можна реалізувати доступ за допомогою драйвера *RS-485 OBEH*.

## **7. Вивчення доступу до параметрів приладів серії *TPM* із застосуванням драйвера для приладів *OBEH***

### **7.1. Мета роботи:**

- вивчити порядок доступу до параметрів приладу *TPM* на прикладі використання програмних драйверів для приладів з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *OBEH*;
- навчитися конфігурувати прилад *TPM101 OBEH* для роботи у складі РСУ;
- навчитися конфігурувати компоненти *Owen\_RS485* у шарі *Источники/Приемники* в *SCADA*-системі *TraceMode*;

- отримати практичні навички розроблення РСУ, яка складається з АРМ оператора, локального регулятора (*TPM101*) та об'єкта управління.

## 7.2. Опис стенда

Загальний вигляд стенда поданий на рис. 7.1, де виносками позначені: 1 – емулятор печі, 2 – регулятор; 3 – перемикач дистанційного пуску або останову регулювання; 4 – світлодіод сигналізації аварії регулятора; 5 – перемикач вмикання живлення регулятора; 6 – тумблер вибору джерела сигналу для регулятора; 7 – імітатор аналогового сигналу ( $R\sim$ ) для регулятора; 8 – імітатор аналогового сигналу ( $R\sim$ ) для ПЛК; 9 – ПЛК; 10 – імітатор дискретних сигналів для ПЛК; 11 – перемикач перемикання живлення нагрівача в емуляторі печі; 12 – клавіша вмикання живлення ПЛК. Нижче надано опис елементів стенда:

1. Емулятор печі *ОВЕН ЭП10* – призначений для проведення налагоджувальних робіт із застосуванням регуляторів та ПЛК. Має вбудовані нагрівач (резистор) потужністю 10 Вт та датчики температури (датчик 1 – термометр опору *ТСМ-50М*, датчик 2 – термопара *ТХК*).

2. Регулятор – мікропроцесорний ПІД-регулятор *TPM101-PP ОВЕН* з універсальним входом, двома релейними виходами та інтерфейсом *RS-485*.

3. Перемикач для дистанційного пуску або останову режиму ПІД-регулювання у приладі *TPM101*.

4. Світлодіод сигналізації аварійного режиму роботи системи регулювання сигналізує про вихід параметра за задані межі або про обрив у ланцюзі регулювання (режим *LBA*).

5. Перемикач вмикання живлення ПІД-регулятора *TPM101*.

6. Перемикач вибору джерела сигналу для регулятора: від *ТСМ-50* або від  $R\sim$  ( $0\ldots 1$  кОм).

7. Імітатор аналогового сигналу для регулятора – змінний опір,  $R\sim$  ( $0\ldots 1$  кОм).

8. Імітатор аналогового сигналу для ПЛК – змінний опір,  $R\sim$  ( $0\ldots 1$  кОм).

9. Контролер *ОВЕН* моделі *ПЛК150-220.И-L* з внутрішнім джерелом живлення. Є моноблоком, що об'єднує контактні групи для підключення дискретних і аналогових сигналів вводу/виводу, а також інтерфейсами обміну даними: *RS-232* – для завантаження програм і обміну даними з ПК, *RS-485* – для мережного обміну з іншими пристроями і *Ethernet* – для завантаження програм та обміну даними з ПК.

10. Імітатор входних дискретних сигналів *ЭДИ-6* для ПЛК – шість перемикачів типу «сухий контакт».

11. Перемикач живлення нагрівача від ПЛК або ТРМ.

12. Клавiша вмикання живлення контролера.

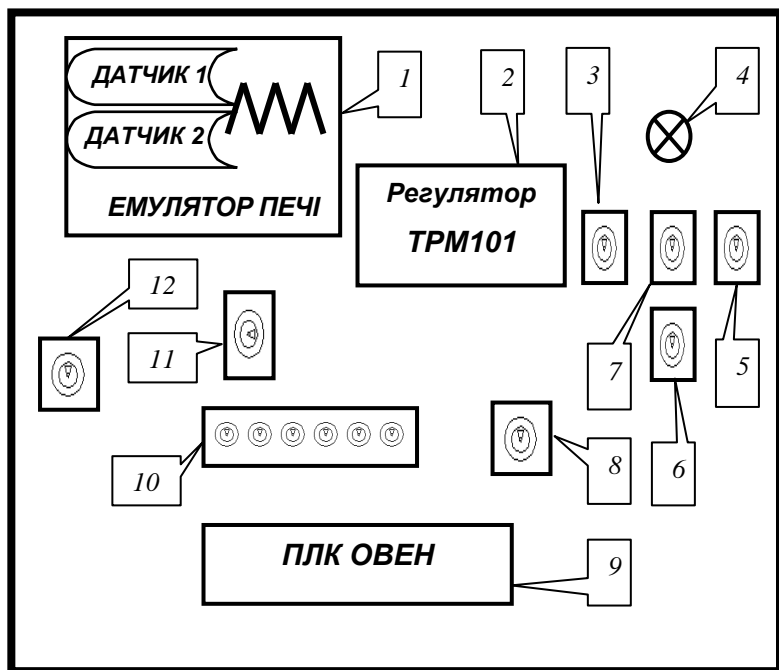


Рисунок 7.1 – Загальний вигляд стенда

На рис. 7.2 представлена принципова електрична схема стенда, а в табл. 7.1 – специфікація стенда. Структурна схема комунікаційних зв'язків стенда зображена на рис. 7.3.

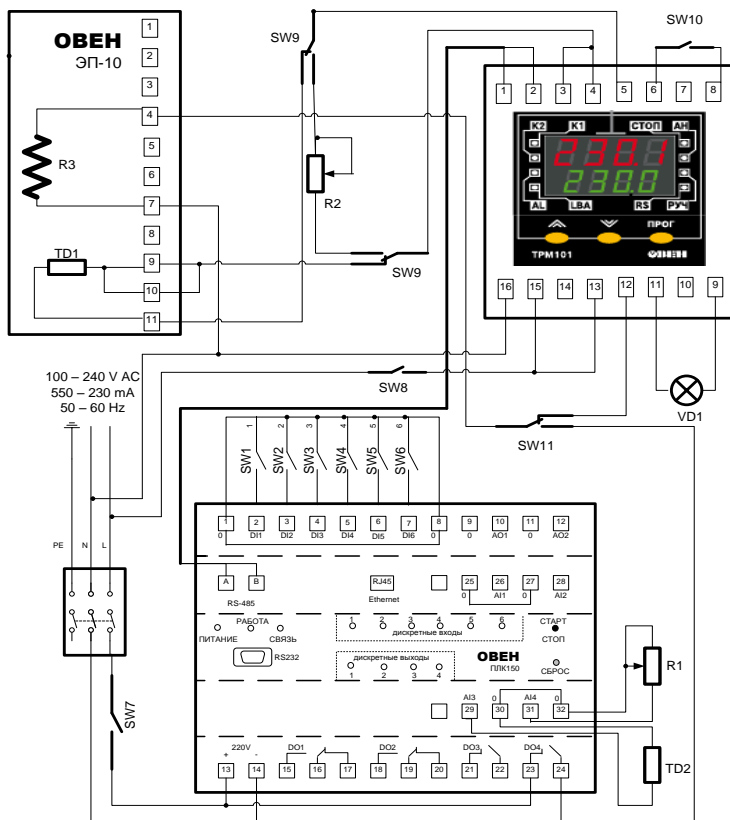


Рисунок 7.2 – Принципова електрична схема стенда

Принцип роботи стенда наступний. Перемикачі *SW7*, *SW8* призначені для вмикання живлення контролера та регулятора. Для дистанційного увімкнення ПД-регулювання використовується перемикач *SW10* (контакти 6, 8 *TPM101*). На стенді є можливість вибору джерела вхідного сигналу для *TPM*. За допомогою перемикача *SW9* на універсальний вхід регулятора (контакти 4 і 5 *TPM101*) подається або сигнал від термометра опору *TD1* (*TCM-50*), або – від змінного резистора *R2* (0...1 кОм). Також на стенді передбачена можливість перемикання живлення нагрівача в емуляторі печі: від *ПЛК* (вихід *DO4*) або від *TPM* (контакт 12 *TPM101*) за допомогою перемикача *SW11*. Нагрівач емулятора печі

підключений до першого каналу *TPM*, який комутує напругу живлення (~220 В). Другий вхід нагрівача з'єднаний безпосередньо з «нулем мережі живлення». В емуляторі присутній додатковий датчик *TD2* – термopapa (*ТХК*), яка підключена до аналогового входу *AI3 ПЛК*. Сигналізація аварійного стану регулятора реалізована на його другому вихідному каналі (контакти 9 і 11 *TPM101*). На входи *DI1...6 ПЛК* подаються дискретні сигнали за допомогою тумблерів *SW1...SW6*. Змінний опір *R1* підключений до аналогового входу *AI4 ПЛК*.

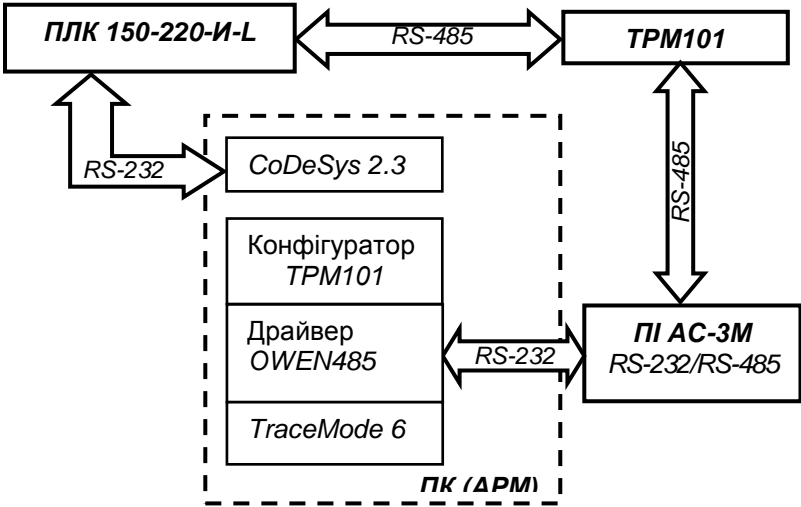


Рисунок 7.3 – Структурна схема стенда

Таблица 7.1 – Спецификация элементов стенда

Емулятор печі	<i>ОВЕН ЭП10</i>
Регулятор мікропроцесорний	<i>ОВЕН TPM101-PP</i>
Змінний опір <i>R1</i> та <i>R2</i>	<i>0...1 кОм</i>
Резистор <i>R3</i>	<i>2,4 кОм</i>
Термодатчик <i>TD1</i>	<i>TCM50</i>
Термодатчик <i>TD2</i>	<i>ТХК</i>
Перемикачі <i>SW1...SW6</i>	<i>MTS-1</i>
Клавіші вмикання живлення <i>SW7 SW8</i>	<i>220В/5А</i>
Перемикачі <i>SW9...SW11</i>	<i>220В/5А</i>
Світлодіод <i>VD1</i>	<i>AL3</i>

### 7.3. Порядок виконання роботи

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

1) Підготовка приладу *TPM101* до роботи у складі РСУ.

2) Розроблення макета АРМ оператора системи управління і диспетчеризації у *SCADA*-системі *TraceMode* з візуалізацією оперативних параметрів, а також можливістю управління параметрами ПД-регулятора.

### 7.4. Хід виконання роботи

#### 7.4.1. Підготовка приладу *TPM101* до роботи в складі РСУ

Прилади серії *TPM* виробництва компанії *OBEH* призначені для вимірювання та автоматичного регулювання температури (при використанні в якості первинних перетворювачів термометрів опору або термоелектричних перетворювачів), а також інших фізичних параметрів, значення яких первинними перетворювачами (датчиками) може бути перетворене в напругу постійного струму або уніфікований електричний сигнал постійного струму. Інформація про будь-який із вимірюваних фізичних параметрів може відображатися в цифровому вигляді на вбудованому індикаторі.

Прилади серії *TPM* можуть виконувати наступні функції:

- вимірювання температури або іншої фізичної величини;
- регулювання вимірюваної величини за ПД-законом шляхом імпульсного або аналогового керування, або за двопозиційним законом;
- автонастроювання ПД-регулятора на об'єкт;
- ручне керування вихідною потужністю ПД-регулятора;
- визначення аварійної ситуації при виході вимірюваного параметра за задані межі та при обриві в контурі регулювання;
- виявлення похибок роботи та визначення причини несправності;
- дистанційне керування запуском та зупинкою регулювання;
- робота в мережі з інтерфейсом *RS-485*, який дозволяє задавати необхідні режими роботи приладу та здійснювати передачу вимірюваних значень у мережу з максимальною швидкістю обміну до 115200 біт/с з підтримкою протоколу *OBEH*.

Для доступу до даних приладу необхідно здійснити ряд кроків. По-перше, за допомогою програми конфігурування налаштувати інте-

рфейс та протокол обміну даними з ПК або ПЛК, по-друге – налаштувати прилад відповідно до схеми станда. Якщо підключення до приладу здійснюється за допомогою *OPC*-сервера, необхідно його також налаштувати. Проте, в даній лабораторній роботі підключення до регулятора буде реалізовано за допомогою спеціального програмного драйвера, який додається до приладу.

На рис. 7.4 показана функціональна схема приладу та варіанти його використання в системі управління технологічним процесом. На рис. 7.5. показані номери контактів і схема підключення *TPM101* до системи управління (на прикладі підключення термометра опору за двопровідною схемою), а на рис. 7.6 (а, б, в, г, д, е) – варіанти підключення вихідних елементів до виходів регулятора.

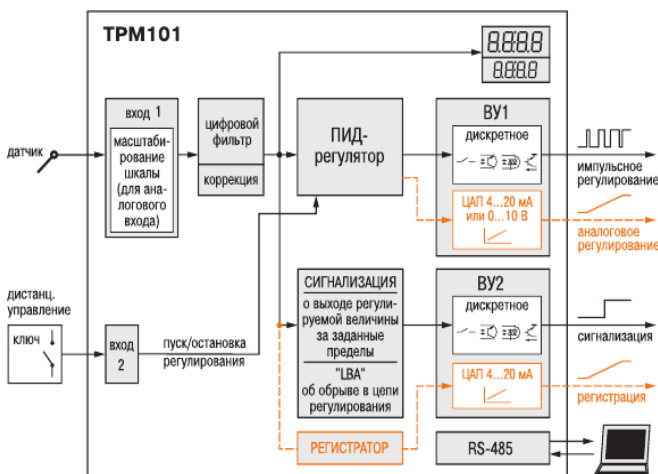


Рисунок 7.4 – Функціональна схема приладу *TPM101*

#### 7.4.1.1. Підключення регулятора до ПК за допомогою ПІ

Підключення *TPM101* до ПК проводиться через ПІ *OBEH AC3-M* або *AC4*. При інтеграції *TPM101* в АСУ ТП в якості програмного забезпечення можна використовувати *SCADA*-систему *Owen Process Manager* або яку-небудь іншу програму. Компанія *OBEH* безкоштовно надає для *TPM101* драйвер для *TraceMode* та *OPC*-сервер для підклю-



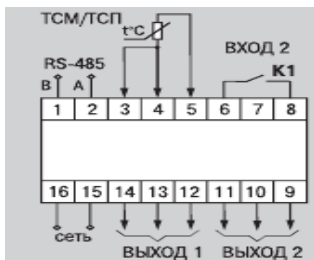


Рисунок 7.5 – Схема підключення приладу *TPM101*

чення приладу до будь-якої *SCADA*-системи або іншої програми, яка підтримує *OPC*-технологію.

Прилад *TPM101* може працювати в мережі *RS-485* за наявності в ній *ведучого пристрою* (ПЛК або ПО), при цьому сам прилад не може бути *ведучим*. Майстром мережі може бути ПК з *SCADA*-системою,

наприклад, *TraceMode*, з'єднаний з *TPM* за допомогою ПІ.

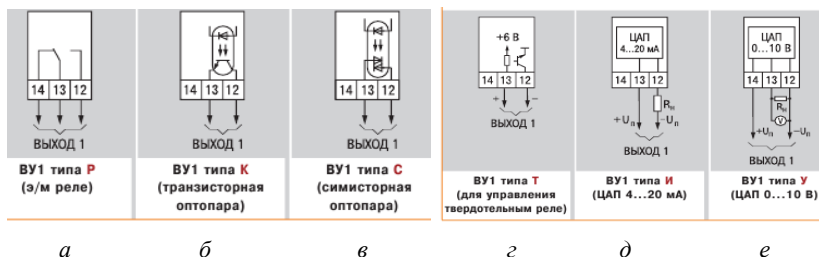


Рисунок 7.6 – Схеми підключення ВЕ до виходів регулятора

На лабораторному стенді прилад *TPM101* підключений до ПК через автоматичний перетворювач інтерфейсу *RS-232/RS-485 OBEH AC3-M*.

Схема підключення приладів *OBEH* з інтерфейсом *RS-485* через ПІ *AC3-M* показана на рис. 7.7.

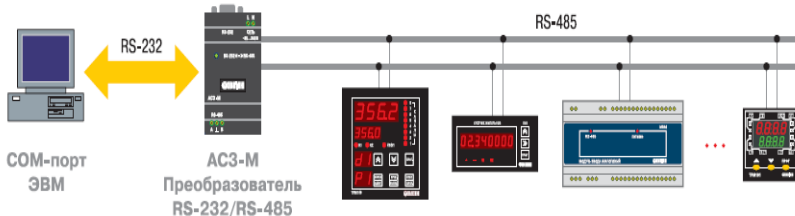



Рисунок 7.7 – Схема підключення приладів *OBEH* до ПК

#### 7.4.1.2. Налаштування зв'язку з приладом *TPM101* та його конфігурування

Конфігурування приладу проводиться за допомогою програми *Конфігуратор TPM101, TPM2XX* та має за мету налаштування мережних параметрів та мережного інтерфейсу (конфігурація приладу – це повний набір значень параметрів приладу, що визначає роботу прила-

ду). Для запуску програми можна використовувати ярлик  або програму можна запустити через меню *Пуск* у вкладці *OWEN*, обравши програму *Конфігуратор TPM101, TPM2XX* у відповідній теці.

Основні можливості та порядок роботи з програмою конфігурування приладів *TPM* можна побачити в довідці до програми або у керівництві з експлуатації приладу *TPM101*.

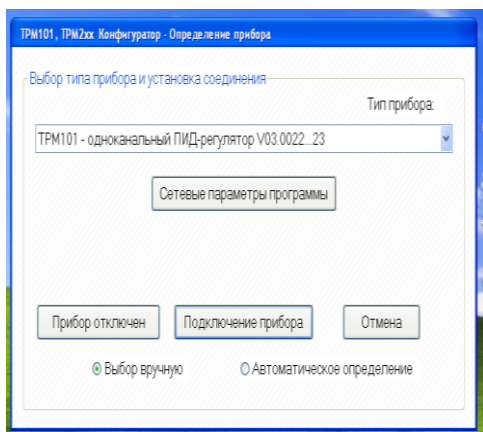


Рисунок 7.8 – Вікно вибору приладу для конфігурування

Після запуску програма встановлює зв'язок з приладом. У вікні встановлення зв'язку з приладом (див. рис. 7.8) необхідно задати мережні параметри для приладу, щоб драйвер міг прочитати поточні параметри через адаптер *АСЗ-М ОВЕН*:

- швидкість обміну даними – 9600 біт/с;
- довжина поля даних – 8 біт;
- контроль парності

поля даних – відсутній;

- кількість стоп-біт у кадрі – 1 біт;
- довжина мережної адреси складає 8 біт;
- базова адреса приладу дорівнює 16;
- порт ПК – *COMx*, де  $x=1 \dots n$ .

На рис. 7.9 показані мережні параметри програми для конфігурування приладів серії *TRM*. Далі, після кліка мишею по кнопці *Применить* та повернення в попереднє вікно (див. рис. 7.8) натисніть на кнопку *Подключение прибора*. При цьому виберіть режим визначення приладу *Выбор вручную*.

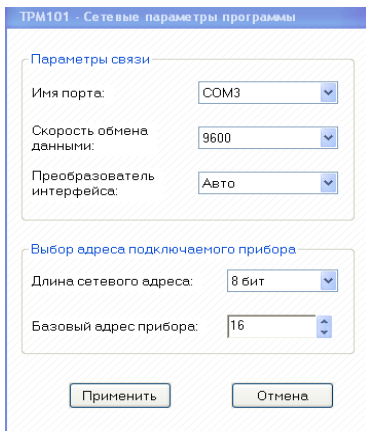


Рисунок 7.9 – Вікно налаштування мережних параметрів приладу

*Примітка.* Якщо робота виконується на ПК, до якого прилад не підключений, то необхідно вибрати команду *Прибор отключен*. Номер і параметри *COM*-порту ПК призначити виходячи з параметрів меню ПК *Панель управления*.

Підключення до приладу відбувається при значеннях мережних параметрів, установлених при попередньому запуску програми. Якщо зв'язок установлений, відкривається головне вікно програми, зображене на рис.7.10.

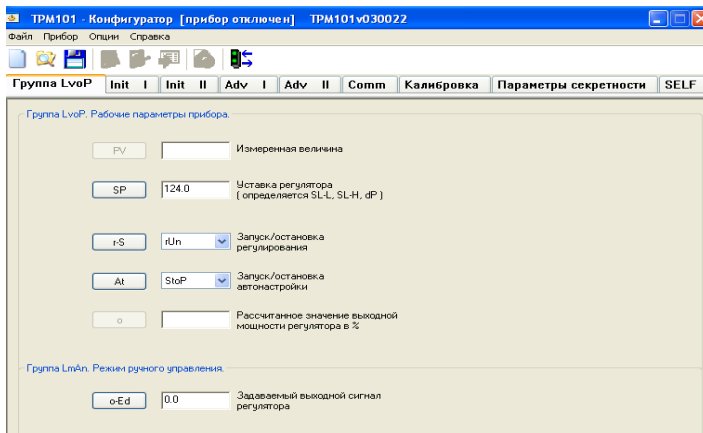


Рисунок 7.10 – Головне вікно програми конфігурування приладу *TRM*

На рис. 7.10 показано вікно налаштувань групи оперативних параметрів приладу *TPM* (група *LvoP* – робочі параметри приладу): поточне значення параметра регулювання, значення уставки та основні режими роботи приладу. Оскільки передбачається доступ до даних модуля з боку *SCADA*-системи *TraceMode* із застосуванням драйвера для приладів з інтерфейсом *RS-485*, залиште мережні параметри без змін. Значення уставки, режими роботи передаватимемо у прилад зі *SCADA*-системи за допомогою ПІ.

Далі, згідно з довідкою та керівництвом з експлуатації, проведіть конфігурування необхідних параметрів приладу з урахуванням принципової схеми стенда (див. рис. 7.3) та вказівками викладача. В РСУ до приладу *TPM* підключені наступні датчики та вихідні пристрої: до першого вхідного каналу – термометр опору *TCM-50*, до каналу керування режимом запуску/останову регулювання – датчик типу «сухий контакт», до регульованого каналу – нагрівач, до сигналізації другого виходу – світлодіод.

#### 7.4.1.3. Параметри приладів серії *TPM OVEN*.

Параметри приладів серії *TPM* розділяються на 2 групи: конфігураційні та оперативні.

*Конфігураційні параметри* – це параметри, які задаються користувачем та визначають режими роботи приладу. Значення конфігураційних параметрів зберігаються в незалежній пам'яті і не зникають при вимиканні живлення приладу.

*Оперативні параметри* переносять інформацію про поточний стан приладу або об'єкта регулювання. В оперативних параметрах передаються вимірювані або обчислені значення, вихідні значення потужності регуляторів, номери запущених у даний момент режимів роботи приладу, поточні стани вихідних елементів, тощо. Також до оперативних параметрів належать команди керування приладом.

При цьому у програмі для конфігурування приладу параметри розподілені по групах (див. рис. 7.10): група *Init* – основні параметри приладу, група *Adv* – параметри регулювання та налаштування режиму *LBA*, група *Comm* – параметри мережного обміну по *RS-485*, а та-

кож групи з доступом за паролем. Усі параметри у групах мають спеціальні імена. Наприклад, оперативний параметр *PV* передає вимірне значення на сигнальному вході, а *SP* – значення уставки параметра для регулювання. Решту імен параметрів приладу надано в інструкції з експлуатації, там же вказані кодові значення датчиків. У табл. 7.2. подані деякі загальні та мережні параметри і наведені їх описи відповідно до протоколу *OBEH*.

Опис деяких оперативних параметрів протоколу *OBEH* стосовно приладів серії *TPM OBEH* подано в табл. 7.3. Потрібно враховувати, що кожен прилад у мережі *RS-485* мусить мати свою унікальну базову адресу. За умовчанням прилади серії *TPM* мають адресу, яка дорівнює 16.

#### 7.4.2. Розроблення макета *APM* оператора системи управління в *SCADA-системі TraceMode*

Для обміну даними з приладом *TPM* створіть та налаштуйте проект в середовищі *TraceMode*. Порядок дій буде наступний.

1) Після запуску інструментального середовища створіть новий проект у стилі *Простой*. Надайте ім'я проекту (*lr\_7\_name.prj*) та збережіть його.

2) Створіть та налаштуйте в шарі *Источники/Приемники PLC-группу*, а в ній підгрупу – *OwenRS485\_Group* с компонентами *Owen\_RS485*. Спочатку відредагуйте один компонент. Для цього подвійним кліком миші відкрийте бланк налаштування компонента *Owen\_RS485*. Відкриється віконна форма, яка зображена на рис. 7.11. Поля в розділі *Основные* можна залишити без змін. У розділі *Параметры* вкажіть номер порту – 2 (*Увага*: номер порту вкажіть на одиницю менше, ніж номер у налаштуваннях програми для конфігурування приладу), адреса приладу – 16.

Якщо залишити тип і ідентифікатор – за умовчанням, то необхідно заповнити поле *Дополнительно*. У цьому полі необхідно вписати ім'я оперативної змінної приладу (див. табл. 7.2; 7.3). Перелік доступних оперативних параметрів подано також в інструкції з експлуатації приладу *TPM101*. У вікні налаштування компонентів *Owen\_RS485* необхідно вказати напрям передачі компонента відносно *SCADA-*

системи. Наприклад, виберіть *Input* для вхідного параметра *PV* (рис. 7.11), який є поточним значенням параметра на аналоговому вході приладу. Таким чином, *SCADA*-система отримує двійкове 4-байтове число, яке відповідає дійсному значенню параметра.

Таблиця 7.2 – Деякі загальні і мережні параметри протоколу *OBEH*

Мережне ім'я	Тип	Призначення	Значення
<i>dEv</i>	<i>ASCII</i>	Назва приладу	до 8 символів
<i>ver</i>	<i>ASCII</i>	Версія прошивки приладу	до 8 символів
<i>bPS</i>	<i>int</i>	Швидкість обміну (кбод)	0 = 2,4 <i>kbps</i> ; 1 = 4,8 <i>kbps</i> ; 2 = 9,6 <i>kbps</i> ; 3 = 14,4 <i>kbps</i> ...; 8 = 115,2 <i>kbps</i>
<i>Len</i>	<i>int</i>	Довжина слова даних (біт)	0 = 7 біт 1 = 8 біт
<i>PrtY</i>	<i>int</i>	Стан біта парності в кадрі	0 = No 1 = EuEn 2 = Odd
<i>Sbit</i>	<i>int</i>	Кількість стоп-бітів в кадрі	0 = 1 біт 1 = 2 біта
<i>A.Len</i>	<i>int</i>	Довжина мережної адреси (біт)	0 = 8 біт 1 = 11 біт
<i>Addr</i>	<i>int</i>	Базова адреса приладу	0...2047
<i>rS.dL</i>	<i>int</i>	Затримка відповіді від приладу по мережі RS-485 (мс)	0...45

Для APM оператора створіть необхідну кількість компонентів *Owen\_RS485*. Далі налаштуйте їхні параметри відповідно до наведених у табл. 7.2, 7.3 даних, а також з урахуванням мережних параметрів приладу (див. рис. 7.9).

Таблиця 7.3 – Параметри приладу *TPM OVEN*

Найменування	Характеристика	Діапазон значень у мережі
Група <i>LvoP</i> . Робочі параметри приладу		
<i>PV</i>	Виміряне значення вхідної величини. <i>Параметр оперативний</i>	від нижн. до верх. межі діапазону вимірювання
<i>SP</i>	Уставка регулятора	визначається параметрами <i>SL-L</i> та <i>SL-H</i>
<i>r-S</i>	Запуск/Зупинка процесу регулювання	<i>rUn</i> – 0 <i>StoP</i> – 1
<i>AT</i>	Запуск/Зупинка процесу автонастроювання	<i>rUn</i> – 0 <i>StoP</i> – 1
<i>o</i>	Розраховане значення вих. потужності регулятора в %. <i>Параметр оперативний</i>	0.0...100.0
Група <i>Init</i> . Основні параметри приладу		
<i>in-t</i>	Тип вхідного датчика або сигналу	<i>R385</i> – 0 <i>R.385</i> – 1 ... <i>I4.20</i> – 23 <i>U-50</i> – 24 <i>U0_1</i> – 25
<i>IN-L</i>	Нижня межа діапазону вимірювання	-999...9999
<i>IN-H</i>	Верхня межа діапазону вимірювання	-999...9999
<i>SL-L</i>	Нижня межа завдання параметра уставки	від нижн. межі діапазону вимірювання до <i>SL-H</i>
<i>SL-H</i>	Верхня межа завдання параметра уставки	від <i>SL-L</i> до верхн. межі діапазону вимірювання
<i>ALt</i>	Тип логіки роботи компаратора	00...07

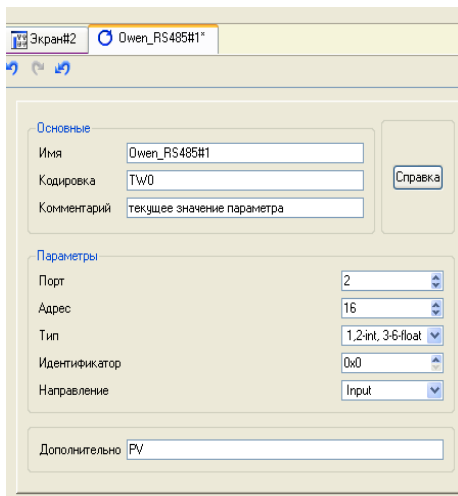


Рисунок 7.11 – Вікно налаштувань компонента *Owen\_RS485*

ну. Тому подвійним кліком миші відкрийте екран на редагування та створіть в ньому за допомогою різних графічних елементів відеокادر з полями відображення поточного значення параметра та режиму роботи приладу. Додатково створіть поля для завдання параметрів регулювання (уставки, меж тощо). Передбачте можливість сигналізації аварійного стану приладу та відображення рядка звіту тривоги. Крім того, використайте текстуру для створення фону відеокадру та логотипи програмних і апаратних компонентів компаній-розробників. Також додайте поле для відображення поточного часу і дати. Для анімації поточного стану вихідних елементів (сигналізація аварії) використовуйте кліп «лампа-мигалка». Як приклад використовуйте відеокادر, зображений на рис. 7.12.

Для динамізації перерахованих графічних об'єктів і елементів створіть таблицю аргументів екрана (рис. 7.13), зв'яжіть їх з відповідними каналами вузла *RTM* за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*).

Для роботи рядка звіту тривоги створіть словник тривоги та налаштуйте його відповідним чином. Зв'яжіть канал вимірюваного параметра приладу та його аварійного стану із словником тривоги вузла.

3) Створіть у вузлі *RTM* методом автопобудови канали, відповідні *Owen\_RS485*-компонентам. Для цього перенесіть їх за допомогою миші (спосіб *drag-and-drop*) у групу *Канали* вузла.

4) Розроблення графічного інтерфейсу АРМ оператора системи управління і прив'язування аргументів.

У шарі *Система* при створенні проекту у стилі *Простой* автоматично створюється вузол *RTM\_1*, а в ньому – канал виклику екрану.



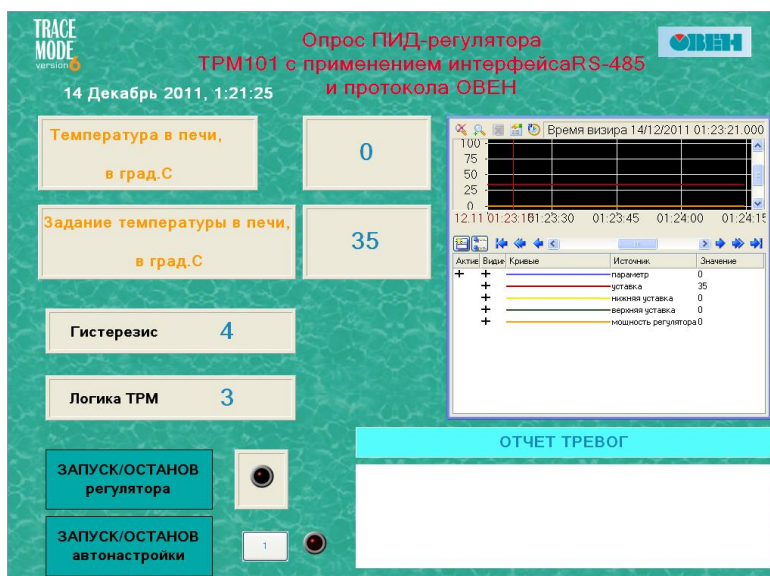


Рисунок 7.12 – Відеоскрин з екраном АРМ

Имя	Тип	Тип данных	Значен	При	Флаги	Групп	Ед. изм	Комментарий	Кодировка
ARG_000	IN	REAL						параметр	
ARG_001	IN/OUT	REAL	30					уставка	
ARG_002	IN/OUT	REAL	25					нижняя гр. уставки	
ARG_003	IN/OUT	REAL	45					верхняя гр. уставки	
ARG_004	IN/OUT	REAL	3					гистерезис компаратора	
ARG_005	IN/OUT	USINT	2					логика	

Рисунок 7.13 – Аргументи екрана

5) Створення компонента *COM*-порт і налаштування його властивостей.

Для здійснення доступу до даних ПЛК з використанням ПІ створіть у шарі *Система* групу *COM*-порти і компонент *COM*-порт. Налаштуйте даний компонент відповідно до параметрів, застосованих при реалізації доступу через програму конфігурування приладу (див. рис. 7.9). У даному випадку для доступу до даних приладу використовується інтерфейс *RS-232* і ПІ, розглянутий вище.

6) Створення та запуск профайлера.

Збережіть проект для профайлера та запустіть середовище для його виконання, а в ньому – створений профайлер.

### **7.5. Перевірка працездатності макета АРМ оператора**

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність макета АРМ оператора РСУ із застосуванням приладу ПІ *RS-232/RS-485* для доступу до приладу *TPM101 OBEH*.

2) Змініть параметри зв'язку з приладом за вказівкою викладача і переналаштуйте параметри порту в проекті *TraceMode*. Переконайтесь, що доступ до даних приладу відновлений.

3) Проведіть документування розробленого проекту в *TraceMode* для подальшого складання звіту.

4) Складіть звіт у текстовому редакторі *Microsoft Office* відповідно до правил оформлення звітів. В ньому укажіть: відомості про виконавця, назву і мету роботи, схему з'єднань, параметри регулятора, мережних налаштувань та *COM*-порту.

### **7.6. Контрольні питання**

1. Яким чином реалізований доступ до даних приладу в даній лабораторній роботі?

2. Що необхідно зробити для доступу до даних з боку *SCADA*-системи за допомогою драйвера для приладів *OBEH*?

3. Перелічіть параметри *TPM101*, до яких можна реалізувати доступ за допомогою драйвера для приладів з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *OBEH*.

## **8. Налаштування SCADA-системи OPM**

### **для доступу до даних приладів серії TPM OBEH**

#### **8.1. Мета роботи:**

- навчитися конфігурувати прилад *TPM101* для роботи у складі РСУ;
- навчитися розробляти *SCADA*-систему *OPM* для доступу до параметрів приладу ТРМ з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *OBEH*;
- отримати практичні навички розроблення РСУ, що складається з АРМ оператора, локального регулятора (*TPM101*) та об'єкта управління.

## 8.2. Опис стенда

В даній лабораторній роботі використовується той же стенд, який описаний в ЛР №7. Тому всю потрібну інформацію про склад та принцип роботи стенда можна отримати в підрозд. 7.2. Тобто загальний вигляд стенда поданий на рис. 7.1. Також на рис. 7.2 показана принципова електрична схема стенда, а в табл. 7.1 – специфікація стенда. Структурна схема комунікаційних зв'язків стенда зображена на рис. 8.1. Необхідні відомості про побудову та характеристики приладу *TPM101*, а також про порядок підключення до нього датчиків та виконавчих механізмів наведені в підрозд. 7.4.

## 8.3. Порядок виконання роботи

Виконання лабораторної роботи складається з наступних етапів:

1) Налаштування регулятора *TPM101* до роботи у складі РСУ.


2) Створення проекту *SCADA*-системи в середовищі *OPM* для приладів серії *TPM* з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *ОВЕН* для роботи у складі РСУ з візуалізацією оперативного параметра ПД-регулятора.

## 8.4. Хід виконання роботи

У даній лабораторній роботі процес підготовки регулятора аналогічний діям, описаним у лабораторній роботі №7. Тому потрібна інформація знаходиться в підрозділі 7.4 та пунктах 7.4.1.1, 7.4.1.2. Проте доступ до даних приладу буде здійснюватися за допомогою програми *OPM*, як це зображено на схемі комунікаційних зв'язків (див. рис. 8.1).

*8.4.1. Налаштування зв'язку з приладом TPM101 ОВЕН та його конфігурування*

Конфігурування приладу проводиться за допомогою програми *Конфігуратор TPM101, TPM2XX* та має за мету налаштування мережних параметрів та мережного інтерфейсу (конфігурація приладу – це повний набір значень параметрів приладу, що визначає його роботу).

Для запуску програми можна використовувати ярлик  або програму можна запустити через меню *Пуск* у вкладці *OWEN*, обравши програму *Конфігуратор TPM101, TPM2XX* у відповідній теці.

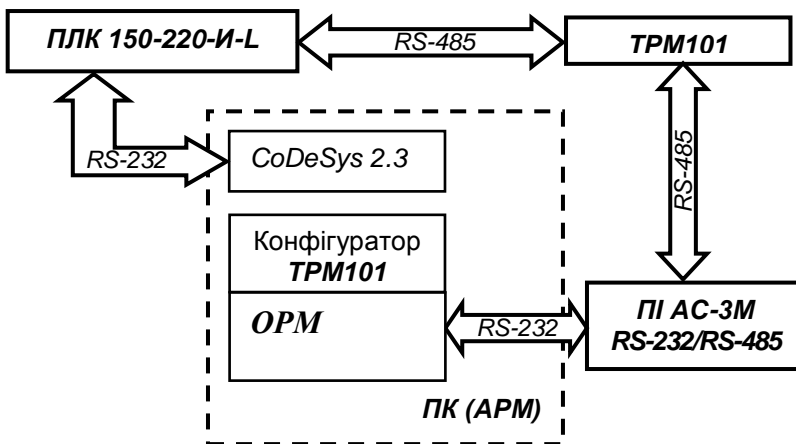


Рисунок 8.1 – Структурна схема стенда

Основні можливості та порядок роботи з програмою конфігурування приладів *TPM* можна побачити в довідці до програми або в керівництві з експлуатації приладу.

Після запуску програма встановлює зв'язок з приладом. У вікні встановлення зв'язку з приладом (див. рис. 8.2) необхідно задати мережні параметри для приладу, щоб драйвер міг прочитати поточні параметри через адаптер *АС3-М ОБЕН*:

- швидкість обміну даними – 9600 біт/с;
- довжина поля даних – 8 біт;
- контроль парності поля даних – відсутній;
- кількість стоп-біт у кадрі – 1 біт;
- довжина мережної адреси складає 8 біт;
- базова адреса приладу дорівнює 16;
- порт ПК – *COM<sub>x</sub>*, де  $x=1...n$ .

На рис. 8.2 показані мережні параметри програми для конфігурування приладів серії *TPM*. Далі, після кліка мишею по кнопці *Применить* та повернення в початкове вікно (див. рис. 7.8) натисніть на кнопку *Подключение прибора*. При цьому виберіть шляхом встановлення флага в полі режим визначення приладу – *Выбор вручную*.

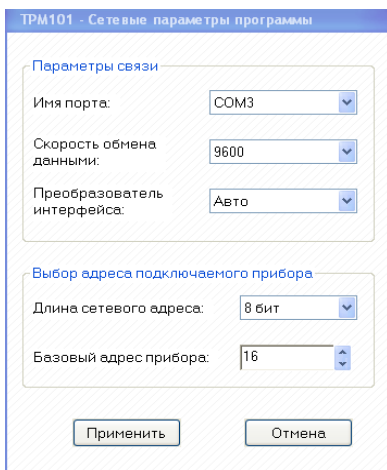


Рисунок 8.2 – Вікно налаштування мережних параметрів приладу

*Примітка.* Якщо робота виконується на ПК, до якого прилад не підключений, то необхідно вибрати кнопку *Прибор отключен*. Номер та параметри СОМ-порту ПК призначити виходячи з параметрів меню ПК *Панель управления*.

Підключення до приладу відбувається при значеннях мережних параметрів, установлених при попередньому запуску програми. Якщо зв'язок встановлений, відкривається головне вікно програми, яке зображене на рис. 8.3.

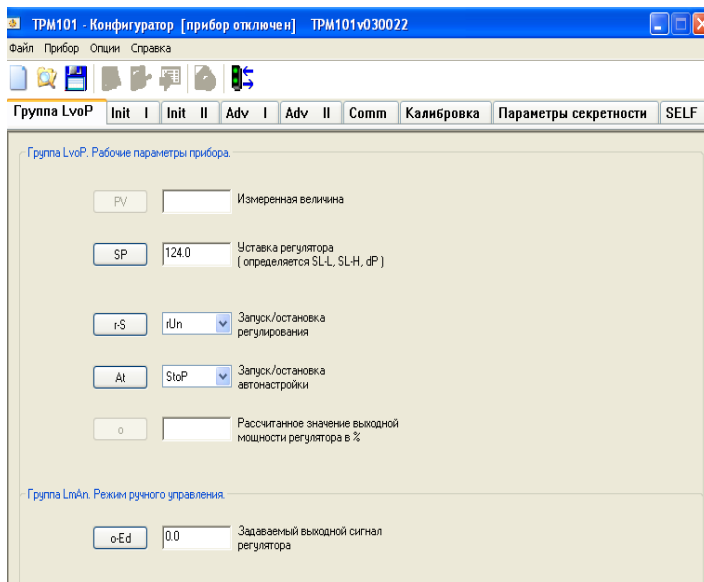


Рисунок 8.3 – Головне вікно програми конфігурування приладу *TPM*

На рис. 8.3 показано вікно налаштувань групи оперативних параметрів приладу *TPM* (група *LvoP* – робочі параметри приладу): поточне значення параметра регулювання, значення уставки та основні режими роботи приладу. Оскільки передбачається доступ до даних модуля з боку *SCADA*-системи *OPM*, залиште мережні параметри без змін. Далі, згідно з довідкою та інструкцією з експлуатації, проведіть конфігурування необхідних параметрів приладу з урахуванням принципової схеми стенда (див. рис. 7.3) та вказівками викладача. В РСУ до приладу *TPM101* підключені наступні датчики та вихідні пристрої: до першого вхідного каналу – термометр опору *TCM-50*, до каналу керування режимом запуску/зупинки регулювання – датчик типу «сухий контакт», до регульованого каналу – нагрівач, до сигналізації другого виходу – світлодіод.

#### 8.4.2. Параметри приладів серії *TPM OVEN*

Параметри приладів серії *TPM* розділяються на 2 групи: конфігураційні та оперативні.

При цьому у програмі для конфігурування приладу параметри розподілені по групах (див. рис. 8.3): група *Init* – основні параметри приладу, група *Adv* – параметри регулювання та налаштування режиму *LBA*, група *Comm* – параметри мережного обміну по *RS-485*, а також групи з доступом по пароллю. Всі параметри у групах мають спеціальні імена. Наприклад, оперативний параметр *PV* передає виміряне значення на сигнальному вході, а *SP* – значення уставки параметра для регулювання. Решта імен параметрів приладу подана в інструкції з експлуатації, там же вказані кодові значення датчиків.

Потрібно врахувати, що кожен прилад у мережі *RS-485* мусить мати свою унікальну базову адресу. За умовчанням прилади серії *TPM* мають адресу, яка дорівнює 16.

#### 8.4.3. Загальні відомості та порядок налаштування *Owen Process Manager (OPM)*

*SCADA*-система *Owen Process Manager (OPM)* – це програмне забезпечення, яке призначене для здійснення зв'язку ПК з приладами *OVEN*, що підключені через ПІ для різних інтерфейсів.

*OPM* використовується для розроблення описів технологічних процесів, збереження цих описів на диску для подальшого використання. Запуск процесів на виконання передбачає опит усіх приладів з періодичністю, що окремо задається для кожного приладу, відображення результатів цього опиту, а також збереження вказаних користувачем значень у файли протоколу.

*OPM* надає наступні можливості:

- відображення та моделювання мережі, яка складається з одного або декількох адаптерів та підключених до них приладів *OBEH*, а також схеми технологічного процесу на моніторі ПК;
- збір інформації, яка передається підключеними до ПК приладами *OBEH*;
- здійснення постійного контролю роботи приладів та реєстрація даних на ПК через задані проміжки часу по вибраних каналах приладів;
- відображення поточних свідчень приладів у цифровому або графічному вигляді на екрані ПК;
- видача повідомлень про вихід вимірюваних величин за задані межі;
- можливість перегляду архіву вимірювань за будь-який проміжок часу в табличному або графічному вигляді за допомогою підсистеми *Owen Report Viewer (ORV)*.

Підсистема *Owen Report Viewer* призначена для оброблення інформації, що протокольована підсистемою *Owen Process Manager*. Вона забезпечує читання файлу або файлів, що містять рапорти, а також відображення збереженої інформації у вигляді таблиць або графіків. Користувач може самостійно визначати, які з подій, зафіксованих у рапорті, слід включати в таблиці або графіки. Можна також обмежувати тимчасові рамки подій з тим, щоб детальніше розглядати окремі епізоди технологічного процесу.

*ORV* забезпечує вирішення наступних завдань:

- читання файлу за одну добу або набору файлів за декілька діб;
- відображення рапорту або набору рапортів у вигляді таблиці подій;
- відображення збережених у рапорті значень як графіка;

- вибір для відображення всіх подій, збережених у рапорті;
- вибір відображення лише певних подій (зокрема – робота з подіями, що належать до заданого користувачем тимчасового інтервалу);
- збереження відображених подій у файлах *Access*, *Foxpro*, *Dbase* або *Excel* для подальшого їх оброблення;
- друк побудованого графіка подій.

При установленні система налаштовує реєстр *Windows* на роботу з файлами типів *OPM* (файли, що містять опис процесів) та *OPR* (файли, що містять рапорти).

У процесі запуску *OPM* тестує робочий комп'ютер та автоматично визначає вільні *COM*-порти, до яких через ПІ можуть бути підключені прилади *OBEH*. Інформація про *COM*-порти виводиться на екран ПК у головному вікні програми. Вибір ПІ залежить від типу інтерфейсу приладів, що підключаються. До одного *COM*-порту можливо підключити тільки один ПІ. За необхідності збільшення кількості каналів, що відображаються, на ПК необхідно встановити додаткові *COM*-порти. Максимальна кількість *COM*-портів визначається характеристиками ПК.

Схема підключення приладів з інтерфейсом *RS-485* до ПК через перетворювач *AC3-M* зображена на рис. 8.4.

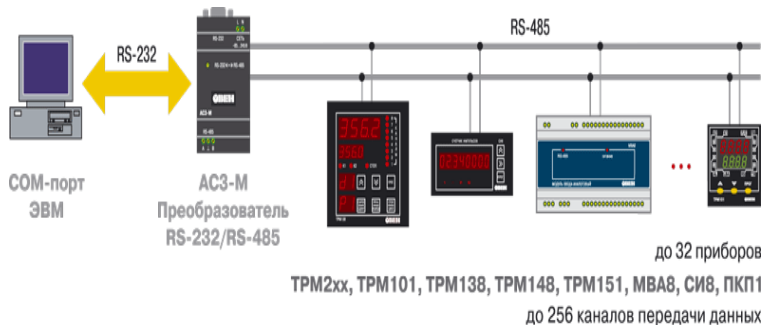


Рисунок 8.4 – Схема підключення приладів з інтерфейсом *RS-485* до ПК за допомогою ПІ



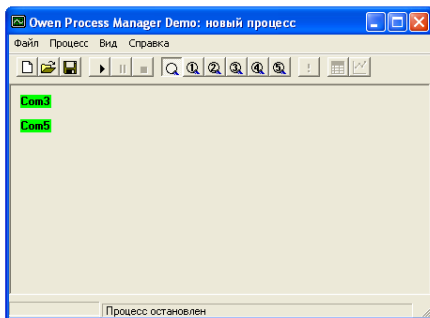


Рисунок 8.5 – Головне вікно програми *OPM*

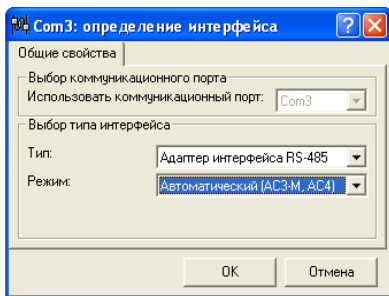



Рисунок 8.6 – Вікно налаштування *COM*-порта

Отже, запустить середовище *OPM* за допомогою файлу *OPM.exe*, який знаходиться в директорії *C:\Owen\\*.\** або використавши ярлик .

Після запуску *OPM* на екрані з'являється її головне вікно, в якому користувачеві належить створити схему технологічного процесу. Це вікно, зображене на рис.8.5, містить панель управління, меню та поле для створення схеми управління технологічним процесом.

У робочому полі будуть показані доступні *COM*-порти з їхніми номерами. При натисненні правою кнопкою миші на потрібному *COM*-порті спливає контекстне меню для налаштування інтерфейсу. Виберіть команду *Добавить интерфейс* і далі, в наступному вікні, задайте необхідні параметри:

- тип ПІ, що підключається до *COM*-порту;
- типи приладів, що підключаються до ПІ;
- параметри опиту приладів комп'ютером.

На рис.8.6 показані налаштування інтерфейсу ПК.

Для приладів, що підключаються через ПІ *RS-232/RS-485* або *USB/RS-485*, необхідно вказати мережну адресу підключеного приладу *ОБЕН*, який заздалегідь вводиться в прилад при його програмуванні

(див. рис.8.2). При завданні параметрів опитування можливо або задати частоту опитування приладу, або задати постійний режим опитування. У разі постійного опитування прилад обпитується з максимально можливою для даної системи «комп'ютер–інтерфейс–прилади» частотою. Ця частота опитування залежить від потужності комп'ютера, кількості приладів у мережі, наявності перешкод в лініях тощо.

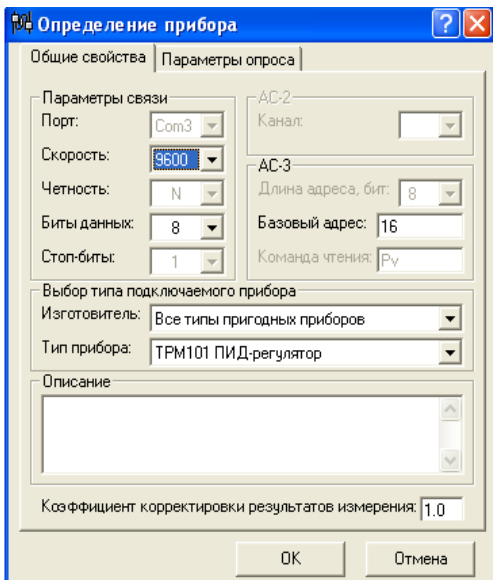



Рисунок 8.7. – Вікно налаштування приладу

Аналогічно, через контекстне меню відкрийте вікно налаштувань приладу. Заповніть поля, як це показано на рис. 8.7. Далі після натиснення на кнопку *OK* знову відкриється головне вікно, але вже з вибраним інтерфейсом та схематичним зображенням приладу (див. рис. 8.8).

Для процесу можна створити фон, як це зображено на рис.8.8. Для цього потрібно через контекст-

не меню вибрати команду *Свойства отображения* і далі, в наступному вікні, – вибрати стандартний фон *Сиреневый пух.bmp* з директорії *C:\WINDOWS\\*. \**.

Після запису конфігурації у файл необхідно запустити процес. Це можливо зробити або з меню програми, або кнопкою  на панелі інструментів. На екрані головного вікна **відображатимуться всі поточні значення** вимірюваних величин.

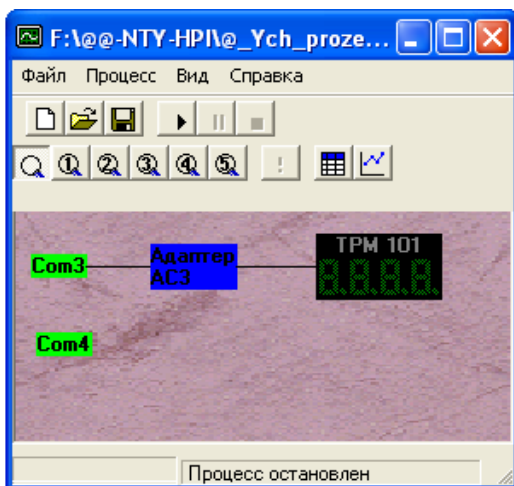


Рисунок 8.8. – Вікно з налаштованим процесом  
на рис. 8.9. У цьому вікні створені поля з текстом та графіком.

Процес, запущений на виконання, може бути у будь-який момент завершений або тимчасово припинений. Зміни у схему процесу можна вносити тільки після його завершення. Змінений процес можливо зберегти під колишнім або новим ім'ям.

У програмі можливо налаштувати додаткові вікна, наприклад, як це зроблено

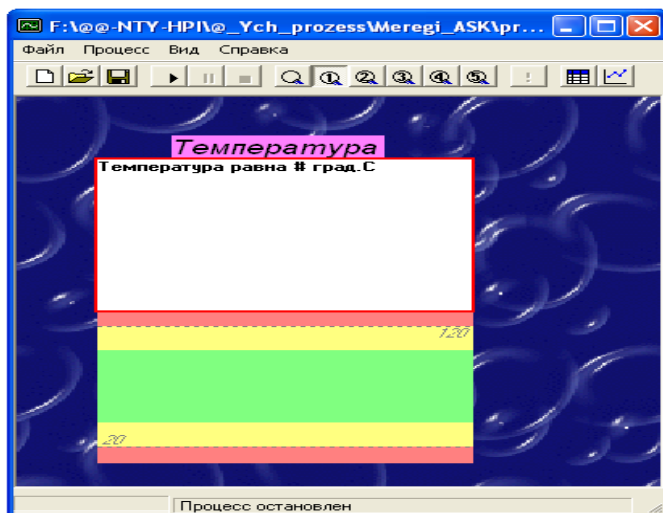


Рисунок 8.9. – Вікно для відображення значення параметра та його графіка змінення в часі

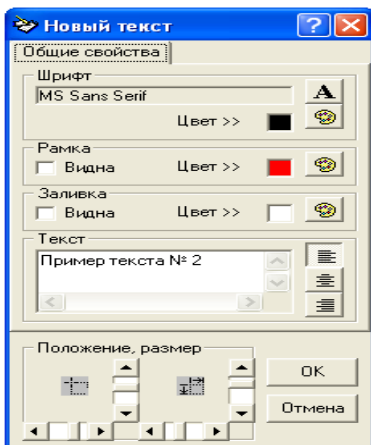


Рисунок 8.10 – Вікно налаштування тексту

Результатом налаштування макета АРМ оператора РСУ із застосуванням ПІ RS-232/RS-485 для доступу до приладу TPM101.

2) Змінить параметри зв'язку з модулем за вказівкою викладача та

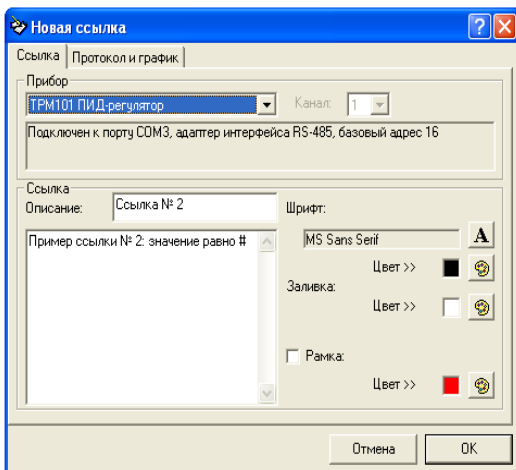


Рисунок 8.11 – Вікно налаштування посилання

Налаштування цього вікна також здійснюється через контекстне меню за допомогою команд *Добавить текст* та *Добавить ссылку*. Після натискання на ці команди відкриються вікна для налаштування властивостей тексту та посилань, як це показано на рис. 8.10 та 8.11. Для налаштувань використовуйте довідку до програми.

## 8.5. Перевірка працездатності макета АРМ оператора

1) Після проведення всіх підготовчих робіт перевірте працездатність макета АРМ оператора РСУ із застосуванням ПІ RS-

232/RS-485 для доступу до приладу TPM101.

2) Змінить параметри зв'язку з модулем за вказівкою викладача та переналаштуйте параметри порту у проєкті OPM. Переконайтесь, що доступ до даних TPM поновлений.

3) Складіть звіт у редакторі Microsoft Office відповідно до правил оформлення звітів, де мусить бути: відомості про виконавця, назва і мета роботи, схема з'єднань, параметри мережних налаштувань.

### **8.6. Контрольні запитання**

1. Яким чином реалізований доступ до даних регулятора *TPM* у даній лабораторній роботі?
2. Що необхідно зробити для доступу до даних з боку клієнта – *SCADA*-системи *OPM* для приладів *TPM* з інтерфейсом *RS-485* та протоколом *ОВЕН*?
3. Перелічіть параметри *TPM101*, до яких можна реалізувати доступ за допомогою програми *OPM*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. TRACE MODE 6. Интегрированная SCADA/HMI-SOFTLOGIC-EAM-HRM-система для АСУ ТП, АСКУЭ и систем управления производством : в 2 т. – М. : Adastra Research Group, 2008. – Т. 1 : Руководство пользователя. – 517 с. – Т. 2 : Руководство пользователя. – 508 с.
2. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys V2.3. – Смоленск : ПК Пролог, 2005. – 453 с.
3. Контроллер программируемый логический ОВЕН ПЛК150 : Паспорт и Руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 98 с.
4. Конфигурирование области ввода/вывода ПЛК : Руководство пользователя. – М. : ОВЕН. – 119 с.
5. Измеритель-регулятор микропроцессорный ТРМ101 : Руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 98 с.
6. Модуль ввода аналоговый измерительный МВА8 : Руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 92 с.
7. Модуль дискретного ввода/вывода МДВВ. Паспорт и руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 47 с.
8. Панель оператора ИП320 : Паспорт и руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 22 с.
9. Панель оператора ИП320. Конфигурирование : Руководство пользователя. – М. : ОВЕН. – 43с.
10. Панель оператора СМИ-1 : Паспорт и руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 54с.
11. Преобразователь интерфейсов АС4 : Паспорт и руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 28с.
12. Преобразователь интерфейсов АС3-М : Паспорт и руководство по эксплуатации. – М. : ОВЕН. – 24с.
13. Прикладное программное обеспечение. Конфигуратор СМИ-1. Руководство пользователя – М.: ОВЕН, 44 с.
14. Ел. джерело: <http://www.3S-software.com>.
15. Ел. джерело: <http://www.owen.ru>.
16. Ел. джерело: <http://www.adastra.ru>.
17. Ел. джерело <https://www.matrikonopc.com>.
18. Ел. джерело <https://www.lectussoft.com>.

## ЗМІСТ

Вступ .....	3
1. Налаштування OPC-клієнта <i>MatrikonOPC Explorer</i> для доступу до даних ПЛК <i>ОВЕН</i> за допомогою OPC-сервера <i>CoDeSys</i> .....	5
2. Налаштування OPC-сервера <i>Lectus Modbus OPC/DDE</i> для доступу до даних ПЛК <i>ОВЕН</i> .....	21
3. Вивчення доступу до даних модуля <i>МДВВ</i> за протоколом <i>ModBus</i> за допомогою OPC-сервера .....	30
4. Вивчення доступу до даних модуля <i>МДВВ</i> із застосуванням драйвера для приладів з інтерфейсом <i>RS-485</i> та протоколом <i>ОВЕН</i> ..	48
5. Вивчення доступу до даних модуля <i>МВА</i> за протоколом <i>ModBus</i> за допомогою OPC-сервера .....	56
6. Вивчення доступу до даних модуля <i>МВА</i> із застосуванням драйвера для пристроїв з інтерфейсом <i>RS-485</i> та протоколом <i>ОВЕН</i> ..	74
7. Вивчення доступу до параметрів приладів серії <i>TPM</i> із застосуванням драйвера для приладів <i>ОВЕН</i> .....	82
8. Налаштування SCADA-системи <i>OPM</i> для доступу до даних приладів серії <i>TPM ОВЕН</i> .....	98
Список літератури. ....	110

Навчальне видання

ЛИСАЧЕНКО Ігор Григорович

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ  
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

Навчально-методичний посібник  
для студентів напряму підготовки 050202  
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
денної та заочної форм навчання

Роботу до видання рекомендувала *М.Г. Зінченко*

Редактор *О.І. Шпільова*

План 2012 р., поз. 60

Підп. до друку \_\_. \_\_.2012. Формат 60×84 1/16. Папір офісний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 4,8. Наклад 100 прим.  
Зам. №\_\_\_\_. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ „ХПІ”. 61002. Харків, вул. Фрунзе, 21.  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.

---

Друкарня НТУ "ХПІ".  
61002. Харків, вул. Фрунзе, 21.